

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Materiaali- ja Pintakäsittelytekniikan koulutusohjelma

Sini Hakkarainen

**Henkilö- ja pakettiautojen korroosionestoaineiden
testaus**

Insinööritö 12.5.2010

Ohjaaja: yliopettaja Kai Laitinen
Ohjaava opettaja: yliopettaja Kai Laitinen

Alkusanat

Tämä työ tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoulun materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratoriossa Inspecta Oy:n toimeksiannosta.

Haluaisin kiittää laboratorion henkilökuntaa Pekka Saranpäästä ja Leo Kunttua työhön liittyvästä ohjauksesta ja ideoinnista sekä Inspecta Oy:n yhteyshenkilöä Erja Elamo. Kiitän myös ohjaavaa opettajaani yliopettaja Kai Laitista. Kiitos innostavasta opastuksesta ja neuvonnasta kuuluu Liisa Heikkilälle, Mirja Hienoselle, Marjut Kulmalalle ja Marja-Leena Akermanille. Suuri kiitos perheelleni ja ystävilleni ihanasta kouluajasta, tuesta ja kannustuksesta. Erityiskiitos koko PBP05S-ryhmälle.

Viimeisenä, mutta ei missään nimessä vähäisimpänä, suurin ja lämpimin kiitos kuuluu avopuolisolleni Teemu Kyläkalliolle, joka on jaksanut kannustaa ja rakastaa kaikki nämä vuodet.

Vantaalla 12.5.2010

Sini Hakkarainen

Tekijä	Sini Hakkarainen
Otsikko	Henkilö- ja pakettiautojen korroosionestoaineiden testaus
Sivumäärä	101 sivua
Koulutusohjelma	materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja	yliopettaja Kai Laitinen
Ohjaava opettaja	yliopettaja Kai Laitinen
<p>Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio aloittaa henkilö- ja pakettiautojen korroosionestoaineiden testauksen Inspecta Sertifiointi Oy:n toimeksiannosta. Insinööri­työn tarkoituksena on luoda korroosionestoaineiden testaustoiminnalle toimintaohjeistus, jolla varmistetaan materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorion testauksen laatu.</p> <p>Työn alussa on esitetty testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyyteen liittyvän standardin (SFS-EN ISO/IEC 17025) vaatimukset testaustoiminnalle. Tämän jälkeen on ohjeistettu, kuinka tulosten oikeellisuus voidaan varmistaa jokaisella mittauskerralla. Lopuksi on kuvattu henkilö- ja pakettiautojen korroosionestokäsittelystandardien (SFS 4086, SFS 4087) vaatimien testimenetelmien suoritus materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratoriossa. Lisäksi on tarkasteltu, mistä tekijöistä testauksesta aiheutuvat kustannukset muodostuvat.</p>	
Hakusanat	korroosionesto, SFS-EN ISO/IEC 17025, laadunvarmistus, auditointi, SFS 4086, SFS 4087

Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Abstract

Author	Sini Hakkarainen
Title	Test methods for the anti-corrosion treatment of car bodies
Number of Pages	101
Date	10 April 2010
Degree Programme	Materials Technology and Surface Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor	Kai Laitinen, principal lecturer
Supervisor	Kai Laitinen, principal lecturer
<p>The laboratory of the Materials Technology and Surface Engineering degree programme is going to start testing anti-corrosion agents for chassis and internal hollows. The purpose of this final year project is to create directions for testing.</p> <p>The project report starts by presenting the demands of the standard SFS-EN ISO/IEC 17025 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories) and explaining how the laboratory meets these demands. The second part of the project report shows how the accuracy of measurement results is assured. The final part lists the test methods of the standards SFS 4086 (Anti-corrosion agents for internal hollows) and SFS 4087 (Anti-corrosion agents for chassis).</p>	
Keywords	corrosion, SFS-EN ISO/IEC 17025, quality assurance, SFS 4086, SFS 4087

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto.....	7
2	Henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittely	8
3	Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys	9
4	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio	11
4.1	Yleistä	11
4.2	Johtamiseen liittyvät vaatimukset	11
4.3	Tekniset vaatimukset.....	13
5	Korroosionestoaineiden testauksen laadunvarmistus	15
5.1	Laboratorion toiminta.....	15
5.2	Koeseloste	16
5.3	Pinnoitteen huononemisen arviointi.....	16
5.4	Virhelähteet	18
6	Mittalaitteiden ja reagenssien laadunvarmistus	20
6.1	Vaaka.....	20
6.2	pH- ja johtokyky mittari	21
6.3	Lämpömittari	21
6.4	Pinnankarheusmittari.....	22
6.5	Pinnanpaksuusmittari	22
6.6	Paineensäätö	23
6.7	Juoksutuskuppi.....	23
6.8	IR-spektrometri	24
6.9	Suolasumukoe	25
6.10	Reagenssien puhtaus	30
7	Kokeiden suoritus.....	31
7.1	Suoritettavat kokeet.....	31
7.2	Koelevyjen käsittelyt.....	32
7.3	Vedensuihkutuskoe	33
7.4	Suolasumukoe	34
7.5	Korroosionestokyky kosteilla pinnoilla	34
7.6	Lämmönkestävyys.....	35

7.7	Kylmänkestävyys	35
7.8	Tunkeutuvuus saumaan	36
7.9	Viskositeetti	36
7.10	FTIR-spektri	37
8	Testauskustannukset.....	37
9	Yhteenveto	38
10	Lähteet.....	40
11	Liitteet	44
Liite 1:	Henkilökunnan vastualueet.....	45
Liite 2:	Kotelonsuoja-aineet, testausseleste.....	47
Liite 3:	Anti-corrosion agents for internal hollow, test report.....	55
Liite 4:	Alustansuoja-aineet, testausseleste.....	64
Liite 5:	Anti-corrosion agents for chassis, test report.....	71
Liite 6:	Kuvastandardit rakkuloitumisasteille (määrä).....	78
Liite 7:	Kuvastandardit rakkuloitumisasteille (koko)	79
Liite 8:	Kuvastandardit ruostumisasteille.....	80
Liite 9:	Kuvastandardit halkeilemisasteille.....	81
Liite 10:	Kuvastandardit viiltoa ympäröivälle irtoamiselle ja korroosiolle.....	82
Liite 11:	Vaa'an kalibrointiseloste.....	83
Liite 12:	pH- ja johtokyky mittarin käyttöohje.....	85
Liite 13:	Lämpömittarin kalibrointiseloste.....	86
Liite 14:	Pinnankarheusmittarin kalibrointi- ja käyttöohje.....	87
Liite 15:	Pinnanpaksuusmittarin kalibrointi- ja käyttöohje.....	88
Liite 16:	FTIR-laitteen käyttöohje.....	89
Liite 17:	Suolasumukaapin LCD-näyttö.....	90
Liite 18:	Suolasumukaapin ohjelma 1: Jatkuva suolasumukoe.....	91
Liite 19:	Suolasumukaapin ohjelma 2: Jaksottainen suolasumukoe.....	92
Liite 20:	Suolasumukaapin ohjelma 3: Syklin luominen ja muuttaminen.....	93
Liite 21:	Suolasumukaapin ohjelma 4: Lämpötilasensorin kalibrointi.....	94
Liite 22:	Suolasumukaapin huolto- ja kalibrointiseloste.....	95
Liite 23:	Natriumkloridin koostumus.....	96
Liite 24:	Vedensuihkutuskokeen koelaitoksen CAD-kuvat.....	97
Liite 25:	CR-pumppusarjan CAD-kuvat.....	99
Liite 26:	Lämmönkestävyyskokeen telineen CAD-kuvat.....	100
Liite 27:	Tunkeutuvuus saumaan -kokeen CAD-kuvat.....	101

1 Johdanto

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio aloittaa henkilö- ja pakettiautojen korroosionestoaineiden testauksen Inspecta Sertifiointi Oy:n toimeksiannosta. Tämän insinööriyön tarkoituksena on luoda toimintaohjeistus korroosionestoaineiden testaustoiminnalle, jolla varmistetaan materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorion toiminnan laatu.

Inspecta Oy on Suomessa toimiva palveluyritys, jonka toiminta perustuu laadun ja luotettavuuden asiantuntijapalveluihin. Inspecta Oy on aloittanut toimintansa teknillisenä tarkastuskeskuksena ja vuosien varrella laajentanut toimintaansa niin, että tällä hetkellä yrityksen toimintaan kuuluu eri toimialojen tarkastus-, mittaus-, sertifiointi- ja testauspalvelut sekä erilaiset laatu- ja turvallisuuskoulutukset. [1.]

Inspecta Sertifiointi Oy suorittaa yritysten ja muiden yhteisöjen toimintajärjestelmien, tuotteiden, palveluiden ja erilaisten henkilöpätevyyksien arviointeja ja sertifiointeja. Inspecta Sertifiointi Oy on osa Inspecta-konsernia. [2.]

Tuotesertifiointi tarkoittaa, että tuote, menetelmä tai palvelu on tietyn standardin tai standardien tai muiden normatiivisten asiakirjojen mukainen, jolloin tuotteelle voidaan antaa yleisesti tunnustettu sertifiointimerkki. Kun tuotteessa on merkintä sertifioinnista, voidaan olettaa, että tuote täyttää sitä koskevat vaatimukset. Sertifiointin suorittaa aina ulkopuolinen, riippumaton osapuoli. Jotta sertifikaattia voidaan ylläpitää, tuotteiden vaatimustenmukaisuutta testataan säännöllisin väliajoin. [3, s. 1-2.]

Inspecta Sertifiointi Oy:n käyttämiä tuotesertifiointimerkkejä ovat suomalainen FI-merkki, pohjoismaiset merkit INSTA-CERT, Nordic Poly Mark ja Nordic Quality sekä eurooppalaiset merkit EHP ja CE [4].

2 Henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittely

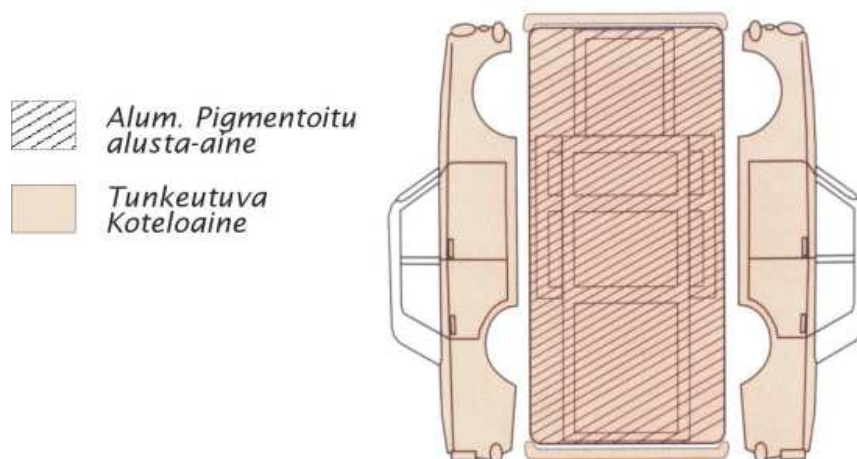
Autojen korroosio aiheutuu pääasiassa alustaan ja koriin kiinnittyneestä liasta, joka koostuu mm. tiesuoloista, hiekasta, muista epäpuhtauksista ja kosteudesta. Ilman asianmukaista korroosionestoa auton rakenteisiin syntyy ns. kukkimista ja rakenteet voivat ajan myötä syöpyä puhki. Korroosion aiheuttama rakenteiden heikentyminen vaikuttaa suuresti auton turvallisuuteen onnettomuustilanteissa.

Standardin SFS 4085 mukaan autojen korroosionestokäsittely tulee suorittaa viimeistään 6 kuukauden kuluttua auton valmistuksesta. Jos kyseessä on Suomessa valmistettu auto tai se on maahantuotu, tulee suojaus suorittaa viimeistään 3 kuukauden kuluttua. Tietenkin paras tulos käsittelyllä saavutettaisiin, jos auto suojattaisiin jo tehtaalla, jolloin alusta ja kori eivät pääsisi likaantumaan ja myös suojauskustannukset pysyisivät tällöin alhaisempina. [5, s. 1.]

Korroosionestokäsittelyssä noudatetaan autojen mallikohtaisia ohjeita. Valmistajan tai maahantuojan tulee ilmoittaa, minkä tyyppinen käsittely tehtaalla on suoritettu ja mitä valmisteita valmiin pinnan päälle saa levittää jälkikäsittelyssä. Autojen suojattavia rakenteita ovat pääsääntöisesti

- ovet ja ovipilarit
- korin jäykiste- ja kynnyskotelot
- moottori- ja tavaratilan kannen tukirakenteet
- alustan poikittais- ja pitkittäiskotelot
- alustan näkyvät saumat ja liitokset
- alusta ja pyörätilat. [5, s. 1.]

Kuvassa 1 on esimerkki ruosteenestokäsittelyn laajuudesta henkilöautossa. Auton ovien käsittelyt tehdään kuvasta poiketen entistä alemmas, koska ne ovat täynnä elektroniikkaa, esim. ikkunoiden sähköisiä osia. [6.]



Kuva 1. Ruosteenestokäsittelyn laajuus henkilöautossa [6].

Ennen korroosionestoaineen levitystä auton pinnoille tulee helposti irrotettavat osat kuten listat ja pyörät poistaa, jotta ne eivät vaurioituisi ja haittaisi työn suorittamista. Jarrulaitteet, voimansiirtoakselit yms. peitetään käsittelyn ajaksi. [5, s. 2.]

Auto pestään huolellisesti tiesuoloista ja muista epäpuhtauksista, jotta korroosionestoaineen alle ei jää syöpymistä aiheuttavia ainesosia. Lian poisto suoritetaan joko korkeapaine-, höyry- tai emulsiopesulla. Pesun jälkeen pinnoilta tulee poistaa kosteus esim. kuumailmapuhalluksella ja tarvittaessa kotelorakenteisiin tehdään reiät, jotta aineet pysytään levittämään kauttaaltaan auton rakenteisiin. Jos pesun jälkeen pinnoilla on jo alkanutta ruostetta, se poistetaan sopivalla menetelmällä. [5, s. 2.]

Korroosionestoaineiden levitys suoritetaan yleensä ruiskuttamalla niin, että lopputuloksena on tiivis ja tasainen pinta. [5, s. 3.]

3 Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys

Standardi testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyyden yleisistä vaatimuksista (SFS-EN ISO/IEC 17025) on tarkoitettu ohjenuoraksi, kun laboratorio kehittää laatuun, hallintoon tai tekniikkaan liittyviä toimintojaan ohjaavia johtamisjärjestelmiä. Tätä stan-

dardia sovelletaan, kun laboratorio hankkii pätevyyden kalibrointi- tai testaustoimintaansa. [7, s. 12; 8.]

Standardi SFS-EN ISO/IEC 17025 koostuu kahdesta eri osiosta, johtamiseen liittyvistä ja teknisistä vaatimuksista. Koska standardi on yleisluonteinen ja kehitetty erityisesti määrittelemään laboratorioiden tekniset pätevyydet, keskitytään lähinnä standardin toisen osion vaatimusten täyttämiseen. [8.]

Johtamiseen liittyvissä vaatimuksissa määritellään, mitä dokumentteja laboratorion tulee luoda ja ylläpitää, jotta voidaan varmistaa testaus- ja kalibrointitulosten laatu. Dokumentointiin kuuluu selvitys laboratorion henkilökunnasta ja sen vastuista ja valtuuksista, ohjeistus testaus- ja kalibrointitoimintaan, huollot sekä testi- ja kalibrointitulokset. Dokumentoinnille tulee suunnitella toimiva säilytysjärjestelmä. [7, s. 14-28.]

Laadun varmistamiseksi laboratorion tulee järjestää auditointeja sekä johdon katselmuksia. Auditoinnilla tarkoitetaan ulkopuolisen tahon tekemiä tarkastuksia laboratorioon, missä auditointia tarkastaa standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimusten täyttymisen laboratoriossa. Johdon katselmuksissa laboratorion ylin johto suorittaa tarkastuksen, jossa todetaan toimintaperiaatteiden ja menettelytapojen soveltuvuus ja tehokkuus testi- ja kalibrointitoimintaan. [7, s. 28-30.]

Teknisissä vaatimuksissa luetellaan ne menetelmät, joilla pyritään todistamaan ja säilyttämään testausten ja kalibrointien oikeellisuus ja luotettavuus. Standardi SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatii, että laboratorio osoittaa henkilökunnan olevan pätevöitynyt suorittamaan testaus- ja kalibrointitoimintaa ja että toimintaan tarvittavat tilat, laitteistot ja menetelmät ovat toimintaan soveltuvia. Testaus- ja kalibrointimenetelmille tulee suorittaa asianmukainen validointi ja mittausepävarmuuksien arviointi, jotta voidaan arvioida tulosten luotettavuutta ja oikeellisuutta. [7, s. 30-52.]

4 Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio

4.1 Yleistä

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio sijaitsee Metropolia Ammattikorkeakoulun Myyrmäen toimipisteessä. Laboratoriossa tehtävät työt ovat osa materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulutusohjelman opetusta ja palvelutoimintaa.

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio on jaettu erillisiin osastoihin, jotka koostuvat maalaus-, suihkupuhallus-, kiviaines-, puuaines-, valmistustekniikan, hitsaus- tekniikan, metallipinnoitus- ja mittauslaboratoriosta. Korroosionestoaineiden testaus- toiminnot tehdään lähinnä maalaus- ja mittauslaboratorioissa.

Laboratorion henkilökuntaan kuuluvat koulutusohjelmavastaava, laboratorioinsinööri ja laboratoriomestari.

4.2 Johtamiseen liittyvät vaatimukset

Organisaatio

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio on osa Metropolia Ammattikorkeakoulua, joka on oikeudellisesti vastuullinen oppilaitos. Täten voidaan katsoa, että laboratorio kykenee vastaamaan asiakkaidensa ja viranomaisten vaatimuksiin. [9, s. 52.]

Luottamus laboratorion pätevyyteen, puolueettomuuteen, arviointikykyyn ja toiminnalliseen koskemattomuuteen perustuu siihen, että laboratorio on itsessään puolueeton ja riippumaton taho, sekä siihen, että henkilökunnalla on riittävä koulutus ja se on perehtynyt tehtävien testien ja kalibrointien tarkoitukseen ja menettelytapoihin. Vaikka laboratorio on osa oppilaitosta, ei ole nähtävissä eturistiriitoja. [9, s. 52-53.]

Laboratorion toimintaan liittyvä henkilökunta ja sen vastuut on kirjattu liitteeseen 1.

Koska laboratorio on pieni ja toimintoja vähän, katsotaan, että varahenkilöitä ei tarvitse nimetä. Kaikki vastuut on jaettu henkilökunnan välillä tasaisesti, mikä estää kohtuuttomien työtaakkojen synnyn yksittäisille henkilöille. Henkilökunta on tietoinen vastuistaan, asiakkaiden ja viranomaisten vaatimuksista sekä niiden merkityksestä laboratorion ja laatu järjestelmän toimivuuteen. [9, s. 53; 10, s. 24-27.]

Koska laboratorio on pieni ja henkilökunnalla on nimetyt työhuoneet, pystyvät sekä henkilökunta että oppilaat helposti kommunikoimaan keskenään. Koululla on käytössä myös sisäinen tietohallintajärjestelmä, johon kirjaudutaan sisään henkilökohtaisilla tunnuksilla. [9, s. 53.]

Dokumentointi

Pääsääntöisesti dokumentit säilytetään sähköisessä muodossa. Poikkeuksena ovat erilliset kalibrintiselosteet tai -ohjeet, jotka löytyvät joko laboratorioinsinöörin huoneesta tai kyseisen laitteen yhteydestä. Testausten ja kalibroinnin mittaustulosten kirjaamisen ohjeet löytyvät tarkemmin kohdista 5.2 ja 6. Testaustoimintaan liittyvät standardit ovat saatavilla mm. sähköisenä koulun kirjaston nettisivujen kautta.

Laboratorioinsinööri vastaa dokumentteihin tehtävistä päivityksistä ja niiden oikeellisuudesta sekä varmuuskopioinneista. Kaikkiin dokumentteihin lisätään kaikki tarpeelliset tunnistetiedot, esim. otsikko, julkaisu- tai muutospäivämäärä ja sivunumerointi. Kaikki vanhentuneet ja käytöstä poistuneet ohjeet, asiakirjat ja muut tallenteet ja dokumentit tuhoetaan välittömästi. Tallenteita säilytetään 10 vuotta.

Laboratorioinsinööri vastaa testausselostojen lähettämisestä asiakkaalle ja testaustoiminnassa tarvittavien tarvikkeiden ja palveluiden hankinnasta, vastaanottamisesta ja tarkastamisesta. Testausselostet lähetetään paperisena versiona testin tilaajalla, ja jos kyseessä on FI-sertifiointi, lähetetään selosteet myös Inspecta Sertifiointi Oy:lle.

Toiminnan laatu

Laboratorio auditoidaan vähintään kerran kahdessa vuodessa, millä pyritään varmistamaan toiminnan laatu. Auditoinnit suorittaa ulkopuolinen akkreditoitu taho, joka tarkastaa standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimusten täyttymisen laboratoriossa.

Jos testaustoiminnassa ilmenee virheitä tai puutteita, etsitään ongelman todelliset, syyt ja tämän jälkeen laboratorion henkilökunta päättää parhaiten toimivasta toimenpiteestä, joka poistaa ongelman ja estää sen uudelleen esiintymisen, ja suorittaa sen välittömästi.

Johdon katselmuksen suorittaa klusterijohtaja ja koulutusohjelmavastaava. Johdon katselmuksessa tarkastetaan mm. auditointien tulokset, lainsäädännössä tapahtuvien muutosten vaikutus laboratorioon ja asiakkailta tulleet palautteet ja niihin liittyvät parannukset [9, s. 58].

4.3 Tekniset vaatimukset

Laboratorion henkilökunta on perehtynyt testaustoimintaan ja sen periaatteisiin. Koska testauksia tekevät myös opiskelijat, tulee pätevöityneen henkilön (laboratorion henkilökunta tai koulutetut opettajat) ohjata töitä. Kaikki testaustoimintaa tekevät henkilöt ovat vastuullisia tarkastamaan laitteiden yleisen kunnon ja ilmoittamaan mahdolliset viat laboratorioinsinöörille, joka on velvollinen joko huoltamaan tai uusimaan vialliset laitteet. Inhimillisten virheiden minimointi perustuu riittävään koulutukseen ja ohjaukseen.

Validoinnilla selvitetään, täyttävätkö testaus- ja kalibrointimenetelmät standardien mukaiset vaatimukset. Mittauslaitteiden tulee toimia halutulla tavalla ja mittaustulosten tulee olla tasalaatuisia. Laboratorion henkilökunta tarkastaa menetelmien laadun ja toimivuuden kalibrointien avulla.

Mittausepävarmuus tutkitaan osana mittalaitteiden validointia. Koska mittalaitteita ei ole jäljitettävästi kalibroitu, testaus- ja kalibrointimenetelmät eivät ole standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 mukaisia.

Kalibroinnissa tutkitaan, kuinka paljon mittaritulokset poikkeavat oikeasta arvosta. Mit-taustuloksissa tulee ottaa huomioon kalibroinnissa todetut poikkeavuudet oikeasta ar-vosta. Jäljitettävästi kalibroidun mittalaitteen on kalibroinut siihen tarkoitukseen akkre-ditoitu laboratorio. [11, s. 7.]

Kalibroinneissa käytetään aina samoja menetelmiä, ja pidemmällä aikavälillä voidaan tarkastella mittalaitteiden todellista toistotarkkuutta. Testaus- ja kalibrointitoimintoihin on laadittu helppolukuiset ohjeet, joilla pystytään minimoimaan inhimillisiä virheitä.

Kaikkia laitteita ja materiaaleja käsitellään ja säilytetään valmistajan ohjeiden mukaises-ti, jotta tulokset eivät väärentyisi. Ympäristö- ja toimintaolosuhteet pidetään samanlaisi-na kaikkina testaus- ja kalibrointikertoina. Kun laboratoriossa tehdään muita töitä, esim. oppilastöitä, laboratoriohenkilökunnan tulee huolehtia, että ne eivät häiritse testaustoi-mintaa.

Laitteet, jotka ovat liikuteltavia ja helposti kalibroitavia, esim. pinnankarheus- ja pin-nanpaksuusmittarit, kalibroidaan aina ennen niiden käyttöä. Vaikeammin kalibroitavat laitteet (suolasumukaappi) kalibroidaan kalibrointisuunnitelman mukaisesti. Kaikkiin kalibrointeihin on valmiit selkeät toimintaohjeet.

Mittalaitteen rikkoutuessa tai antaessa epäilyttäviä tuloksia tulee laite poistaa käytöstä merkitsemällä laitteen viallisuus laitteeseen kiinnitetyllä lapulla (rikki tai ei käytössä). Laitteen saa ottaa käyttöön vasta, kun se on korjattu tai uusittu sekä kalibroitu ja todettu käyttökelpoiseksi.

Alkuperäiset käyttö-, huolto- ja kalibrointiohjeet löytyvät kunkin laitteen yhteydestä tai laboratorioinsinöörin huoneesta. Harvoin kalibroitavista laitteista on tehty huolto- ja kalibrointiselosteet.

5 Korroosionestoaineiden testauksen laadunvarmistus

5.1 Laboratorion toiminta

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio testaa asiakkaiden toimittamia korroosionestoaineiden näytteitä. Korroosionestoaineiden testauksen laadunvarmistuksesta vastaa laboratorioinsinööri.

Korroosionestoaineiden näytteitä säilytetään laboratorion lukollisessa maalivarastossa. Näytteitä ei käytetä muuhun tarkoitukseen kuin asiakkaan kanssa on sovittu.

Käytettävät kemikaalit ovat pääsääntöisesti analyysilaatua, ellei muuta mainita. Jos tarvarantoimittajaa vaihdetaan, tarkistetaan ennen tilausta kemikaalien sopivuus standardien mukaiseen testaukseen. Suolasumukaapin vertailunäytteiden puhdistukseen käytettävät kemikaalit säilytetään lukituissa ja asianmukaisesti merkityissä kaapeissa, jotta vaaratilanteita ei pääsisi syntymään.

Testaustulosten oikeellisuus perustuu laitteiden virheettömyyteen kalibrointien avulla, huolelliseen testaustoimintaan sekä inhimillisten virheiden minimoitiin. Tulosten oikeellisuudesta vastaa laboratorioinsinööri, joka myös hyväksyy ja allekirjoittaa testausselostet. Testausselostet säilytetään laboratorioinsinöörin tietokoneella.

Jos laboratorio käyttää korroosionestoaineiden testauksissa uutta henkilöä, tulee henkilökunnan kouluttaa testaaja. Koulutuksessa tulee huomioida työturvallisuus ja standardien ja tilaajan vaatimukset. Erityistä huomiota tulee kiinnittää kalibrointi- ja käyttöohjeisiin sekä tulosten analysointiin ja kirjaamiseen. Koulutus uusitaan, jos standardeja tai määräyksiä päivitetään tai koulutuksessa huomataan puutteita.

Testaajalle annetaan selkeät kirjalliset ohjeet, ja ennen työn aloittamista käydään työ pääpiirteissään läpi, jotta voidaan ehkäistä epäselvyydet. Kokeiden suorituksen aikana tulee laboratoriohenkilökunnan olla tavoitettavissa ainakin puhelimitse.

5.2 Koeseloste

Heti testaussarjan alussa aineille tehdään testausseleste, johon kirjataan kaikki mittaus-tulokset. Erillisiä papereita tai muistiinpanoja ei käytetä. Kaikki testausloiminnassa käy-tettävät teräslevyt numeroidaan (testausselesteen juoksevan numeron mukaan) tai nime-tään niin, että sekaantumisia ei pääse tapahtumaan. Kotelonsuoja-aineiden testiselosteet ovat liitteinä 2 ja 3, alustansuoja-aineiden liitteinä 4 ja 5. Jotta selesteen jokainen kohta täytettäisiin, on selestepohjassa käytetty kommentti-merkintöjä, jotka poistuvat auto-maattisesti lisättäessä kommentin tilalle uusi arvo.

Kaikki mittaukset ja punnitukset sekä niiden kirjaaminen tulee suorittaa välittömästi kokeiden yhteydessä. Punnitukset suoritetaan 0,001 g:n tarkkuudella.

Levyt kuvataan ennen kokeita sekä niiden jälkeen. Kuvat tulee siirtää tietokoneelle ja nimetä, ennen kuin kuvataan seuraavia kohteita. Mieluiten kuvauksen yhteydessä le-vyyh lisätään selkeä nimi- tai numerolappu, jolloin voidaan tehdä useampia kokeita sa-manaikaisesti ilman, että kuvat sekoittuisivat toisiinsa.

Kaikki olosuhteiden muutokset kirjataan testiselosteeseen, esim. mittaushuoneen lämpö-tilan selkeä muutos aiempaan.

5.3 Pinnoitteen huononemisen arviointi

Standardissa SFS-EN ISO 4628 ja sen osissa määritellään pinnoitteen virheiden määrit-tely, jotta voitaisiin estää erilaiset tulkinnat. Yhdenmukaisissa arviointiperusteissa käsi-tellään mm. ruostumis- ja halkeilemisasteet mallikuvien avulla, jolloin pintaa arvioiva henkilö pystyy tunnistamaan oikeat huononemisasteet.

Taulukko 1. Luokitusasteikko pinnoitteen virheiden koon merkitsemiseksi [12, s.10]

Luokitus	Virheen koko
0	Ei havaittavissa 10 x suurennoksella
1	Havaittavissa ainoastaan 10 x tai sitä pienemmillä suurennuksilla
2	Juuri ja juuri havaittavissa paljain silmin
3	Selvästi havaittavissa paljain silmin (0,5 mm:iin saakka)
4	0,5...5 mm
5	Suurempi kuin 5 mm

Jos virheiden keskimääräisellä koolla on merkitystä tai esim. ruostepisteiden koko eroaa huomattavasti kuvastandardeissa esitetyistä, olisi hyvä viitata taulukon 1 mukaiseen virheiden koon luokitukseen [12, s. 10]. Jos kappaleen pinnalla esiintyy erikokoisia virheitä, merkitään luokitus suurimpien virheiden mukaan, joiden lukumäärä on riittävän suuri ollakseen tyypillinen kappaleen pinnassa. Virheen koko ilmoitetaan Sn merkinnällä, missä S tarkoittaa kokoa ja n luokitusarvoa. Esimerkiksi juuri ja juuri paljain silmin havaittavat virheet merkitään S2.

Rakkuloitumisastetta arvioitaessa määritellään standardin SFS 4628-2 mukaisesti rakkuloiden määrä ja koko. Liitteessä 6 on esimerkki rakkuloiden tiheydestä ja liitteessä 7 koosta. [13, s. 12-18.]

Taulukko 2. Ruostumisaste voidaan tarkastaa myös arvioimalla ruosteen prosenttiosuus kappaleen kokonaispinta-alasta. [14, s. 10].

Ruostumisaste	Ruostunut alue %
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1
Ri 4	8
Ri 5	40-50

Ruostumisasteen (Ri) arviointi tehdään hyvässä valossa ja vertailemalla standardin SFS-EN ISO 4628-3 kuvia (liite 8) kappaleeseen. Ruostumisastetta voidaan arvioida myös taulukon 2 pinta-alaosuuksien avulla. [14, s. 10, 12-20.]

Halkeilemisasteen arvioinnissa tutkitaan halkeamien määrä, ja jos tarpeellista, voidaan myös merkitä keskimääräinen koko. Määrää tutkiessa käytetään standardin SFS-EN ISO 4628-4 luokitusasteikkoa (taulukko 3) ja kuvastandardeja (liite 9) vertailukohtina. [15, s. 8, 12.]

Taulukko 3. Luokitusasteikko halkeamien määrän merkitsemiseksi [15, s. 8].

Luokitus	Halkeamien määrä
0	Ei ollenkaan; ts. ei havaittavia halkeamia
1	Hyvin harvoja; ts. pieni, tuskin merkittävä määrä halkeamia
2	Harvoja; ts. pieni mutta merkittävä määrä halkeamia
3	Kohtalainen määrä halkeamia
4	Merkittävä määrä halkeamia
5	Tiheä halkeilukuvio

Suolasumukokeessa viiltoa ympäröivän irtoamisen ja korroosion arviointi suoritetaan standardin SFS-EN ISO 4628-8 kuvastandardeilla (liite 10) [16, s. 20].

5.4 Virhelähteet

Virhelähteet koostuvat mittausepävarmuudesta, jonka avulla voidaan arvioida kalibrointien ja testien tulosten luotettavuutta, satunnaisvirheestä ja systemaattisesta virheestä, joita voidaan tarkastella hajonnan ja keskiarvon avulla.

Mittausepävarmuus

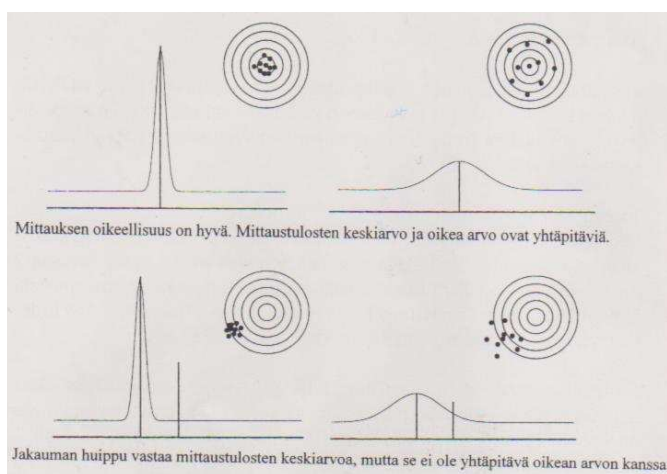
Mittausepävarmuus on se vaihteluväli, jolle mittaustulos sijoittuu. Mittausepävarmuus auttaa ymmärtämään kalibrointien ja testien tulosten luotettavuutta ja arvioimaan, täytävätkö testattavat kohteet asetetut vaatimukset. [17, s. 35.]

Erilaisia virhelähteitä ovat referenssinormaalit ja -materiaalit, menetelmät, laitteet, ympäristöolot sekä käyttäjä. Analyysijä tehtäessä tulee aina huomioida, mitä tutkitaan ja mitkä ovat laitteiden toiminnalliset maksimi- ja minimirajat, esim. punnituksessa kappale ei saa ylittää vaa'an maksimipainoa.

Testauksissa ja kalibroinneissa käytettävien laitteiden ja aineiden mittausepävarmuus on esitetty joko itse laitteessa tai käyttöohjeissa. Testitulokset y ja epävarmuus U esitetään muodossa $y \pm U$, esim. $25\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$.

Satunnaisvirhe ja systemaattinen virhe

Menetelmien laadunvarmistuksen tärkein tavoite on varmistaa tulosten oikeellisuus. Tulosten tarkkuus ja mittausten kokonaisvirhe voidaan määrittellä, kun tiedetään menetelmään liittyvät satunnaisvirhe ja poikkeama eli systemaattinen virhe. [17, s. 31.]



Kuva 2. Mittaustulosten satunnaisvirheen ja systemaattisen virheen havainnollistaminen tikkataulukuvilla [17, s. 32].

Kuvasta 2 voidaan nähdä satunnaisvirheen, systemaattisen virheen sekä mittausten määrän vaikutus tulosten oikeellisuuteen. Satunnaisvirhe määrää, kuinka laajalle tulokset jakautuvat (hajonta). Systemaattinen virhe määrää, kuinka lähellä mittaustulosten keskiarvo on oikeaa arvoa. Toistomittausten määrä vaikuttaa normaalijakauman huipun kohtaan. Jos mittauksia on tarpeeksi paljon, jakauman huippu osuu mittausten keskiarvoon. [17, s. 32.]

Keskiarvo voidaan laskea kaavalla 1.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

x_n mittaustulos

n mittausten määrä [18, s. 20].

Keskihajonnan (kaava 2) avulla voidaan määrittää satunnaisvirheen suuruus.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

x_i mittaustulos

\bar{x} keskiarvo

n mittaustulosten lukumäärä [17, s. 32].

Satunnaisvirhettä ei pystytä ennustamaan, vaikka se on läsnä kaikissa analyyseissä. Virhettä voidaan pienentää huolellisella työskentelyllä, vakioituilla mittausolosuhteilla sekä suorittamalla riittävä määrä rinnakkaisia määrittäyksiä. [17, s. 32.]

Systemaattinen virhe tarkoittaa niitä virhelähteitä, jotka eivät muutu mittausten aikana, vaan mittaustuloksessa on aina tietyn suuruinen mittausvirhe. Systemaattinen virhe pyritään poistamaan kalibroinnin avulla tai arvioimaan systemaattisen virheen suuruus ja korjaamaan tällä arviolla tulos oikeaan suuntaan. [17, s. 34.]

6 Mittalaitteiden ja reagenssien laadunvarmistus

6.1 Vaaka

Näytekappaleita punnittaessa käytetään analyysivaakaa, jonka tarkkuus on 0,0001 g. Vaaka sijaitsee huoneessa B125. Vaakaa ei saa turhaan siirrellä tai rasittaa, esim. nojaamalla siihen. Vaaka tulee pitää puhtaana ja estää mitään kaatumasta sen päälle.

Vaa'an kalibrointiohje ja esimerkki kalibroinnista on liitteenä 11.

Kalibroinnissa käytetään 50 g:n punnusta. Ennen kalibrointia vaa'an tulee olla vähintään 30 min valmiustilassa. Punnus asetetaan vaa'an päälle ensin keskelle ja sen jälkeen reunoille. Punnitukset toistetaan useita kertoja ja saaduista tuloksista lasketaan keskiarvo, jota voidaan pitää lopullisena tuloksena. Jos punnituksen tuloksessa huomataan eroa punnuksen massaun, kirjataan erotus kalibrointiselosteeseen. Esimerkkikalibroinnissa vaaka näytti 0,0199 g liikaa, mikä tulee ottaa huomioon tehtäessä kokeita.[19, s. 19.]

6.2 pH- ja johtokykymittari

Mittauksissa käytetään Mettler-Toledo AG:n valmistamaa pro pH- ja johtokykymittaria SevenGo Duo, jolla saadaan päätä vaihtamalla mitattua pH:ta tai johtokykyä.

Kalibrointi- ja käyttöohje ovat liitteenä 12. Kalibrointi tehdään aina ennen mittarin käyttöä. Mittarin mittavirheet ovat pH:lle $\pm 0,002$ ja johtokyvyille $\pm 0,5$ % mitatusta tuloksesta [20 s. 37].

Mittarin pH-moodin kalibroinnissa käytetään laitevalmistajan sertifioituja puskuriliuoksia. Liuoksien pH:t ovat 4,01 ja 7,00 ja 9,21. Liuoksien tarkkuus on 25 °C lämpötilassa $\pm 0,02$ pH-yksikköä. [21.]

Mittarin johtokyvyn kalibroinnissa käytetään Mettler-Toledo AG:n valmistamaa sertifioitua elektrolyyttiä, jonka jännite on 25 °C lämpötilassa $-2 \text{ mV} \pm 4 \text{ mV}$. [21.]

6.3 Lämpömittari

Kokeissa käytetään elektronisia lämpötilamittareita, jotka kalibroidaan elohopeamittareilla. Elohopeamittarin epätarkkuus, kun jakoväli on 0,1 °C, on 25 °C:n lämpötilassa $\pm 0,1$ °C [22].

Ennen mittausta elohopeamittaria olisi hyvä naputtaa kevyesti, jotta elohopean ja kapil-

laariputken välinen kitka ei häiritse mittauksia. Mittaria tulee aina lukea kohtisuoraan. [11, s. 19.]

Kalibroinnit tehdään huoneenlämpötilassa. Mittarit asetetaan vierekkäin ja tarkistetaan elektronisen mittarin tarkkuus mittaamalla lämpötila useaan otteeseen. Mittauslukemien keskiarvo (kaava 1) kirjataan kalibroitiselosteeseen (liite 13), jonka voidaan katsoa olevan elektronisen mittarin mittaustulos.

Säilytettäessä ja käytettäessä elektronisia lämpötilamittareita valmistajan ohjeiden mukaisesti voidaan katsoa, että mittareiden kalibroitua ei tarvitse tehdä useammin kuin kerran vuodessa.

6.4 Pinnankarheusmittari

Pinnan karheuden mittaukseen käytetään Surtronic 10 pick-up -tyyppistä mittalaitetta, jonka timanttinen kärki mittaa pinnankarheuden liikkumalla 2 mm/s nopeudella 5 mm pituisen matkan. Laitteen tarkkuus on $\pm 0,1 \mu\text{m}$. [23, s. 1.]

Laite on kalibroitu tehtaalla, joten sille ei varsinaisesti tarvitse tehdä kalibroitua, vaan sille tehdään pelkkä kalibroitutarkistus. Tarkistus tehdään aina ennen varsinaista mittausta. [23, s. 2.]

Tarvittaessa kalibrointi suoritetaan säätämällä kalibroitutulos oikeaan arvoon ruuvamalla laitteen sisällä olevaa potentiometriä. Laitteen kalibrointi- ja käyttöohjeet löytyvät liitteestä 14. [23, s. 2.]

6.5 Pinnanpaksuusmittari

Pinnoitteen paksuuden mittaukseen käytetään sähkömagneettiseen induktioon perustuvaa mittaria. Mittari mittaa pinnoitteen ja alustan läpi menevän magneettivuon vastusta

[24]. Esimerkkilaitteistona käytetään Elcometer 355 -mittaria, jonka kalibrointi- ja käyttöohjeet ovat liitteenä 15. Kalibrointi tulee suorittaa aina ennen mittausta.

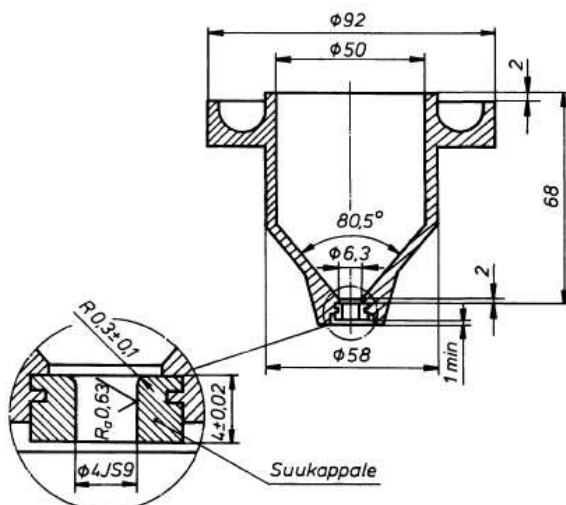
Kalibroinnissa käytettävät tarkkuuskalvot on valmistettu käyttämällä lineaarista siirtomuunninta. Lukeman epätarkkuus on $\pm 1 \%$ tai $\pm 1 \mu\text{m}$ riippuen siitä kumpi on suurempi. [25, s. 21.]

6.6 Paineensäätö

Vedensuihkutuskokeeseen vaadittua suutinta ja painemittaria ei saatu hankittua ennen tämän insinööritoimiston valmistumista, joten paineensäädön oikeellisuutta ei pystytty arvioimaan.

6.7 Juoksutuskuppi

Viskositeetti määritetään juoksuttamalla korroosionestoainetta juoksutuskupin läpi ja mittaamalla sekunteina aika, joka kuluu nesteen valumiseen. Määrittämisessä käytetään 4 mm:n DIN-kuppia (kuva 3), jonka tilavuus on $100 \pm 1 \text{ cm}^3$ lämpötilassa $23 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$. [26, s. 1.]



Kuva 3. Juoksutuskupilla määritetään korroosionestoaineen viskositeetti [26, s. 1].

Juoksutuskupin toiminta tarkistetaan kolmella eri öljyllä, jotka noudattavat Newtonin lakia eli joiden viskositeetti pysyy samana juoksutuksen ja sekoituksen aikana. Öljyjen kinemaattisen viskositeetin tulee olla n. 70, 400 ja 800 x 10⁻⁶ m²/s lämpötilassa 23 °C. [26, s. 2.]

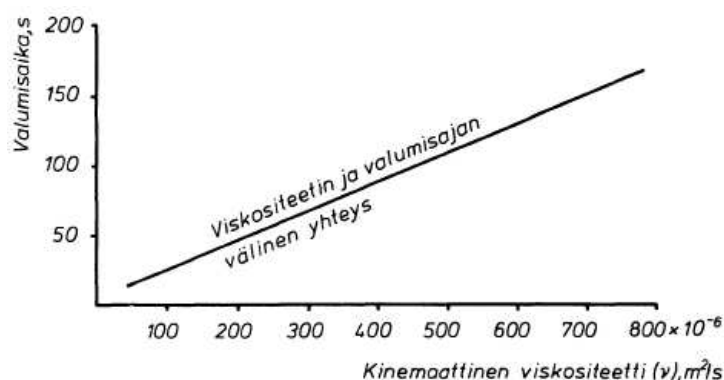
Jokaisen öljyn viskositeetti määritetään kolme kertaa, joista lasketaan keskiarvo kullekin öljylle. Keskiarvoista lasketaan standardin SFS 3751 mukaisesti viskositeetin ja valumisajan välinen yhteys (kaava 3).

$$v = 4,67t - \frac{570}{t} \quad (3)$$

v kinemaattinen viskositeetti

t valumisaika [26, s. 2.]

Keskiarvoja verrataan kuvaan 4. Määritettyjen valumisaikojen keskiarvot eivät saa erota 3 %:a enemmän kuvaajan valumisajoista. [26, s. 2.]



Kuva 4. Viskositeetin ja valumisajan välinen yhteys [26, s. 2].

6.8 IR-spektrometri

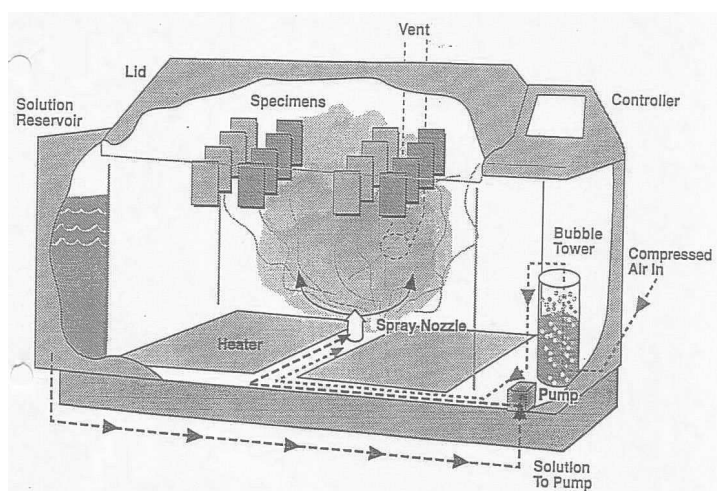
Korroosionestoaineista mitataan IR-spektri, mikä ei ole standardien SFS 4086 ja SFS 4087 vaatimuksena, joten FTIR-laitteelle ei tehdä kalibrointia. FTIR-laitteen käyttöohje on liitteenä 16.

FTIR-laitteella (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) mitataan näytteen infrapunasäteilyn absorptiospektri, joka on jokaiselle orgaaniselle yhdisteelle omanlaatuinen, ns. sormenjälki. [17, s. 90–91]

IR-säteily saa aineen molekyylit värähtelemään ja pyörimään, jolloin lämpösäteily pysyy absorboitumaan eli imeytymään. Absorptio tapahtuu funktionaalisille ryhmille ominaisilla aallonpituusalueilla, jotka näkyvät spektrissä alaspäin suuntautuneina absorptiojuovina. Näytteen koostumus määritetään näiden spektriviivojen avulla. [17, s. 90–91]

6.9 Suolasumukoe

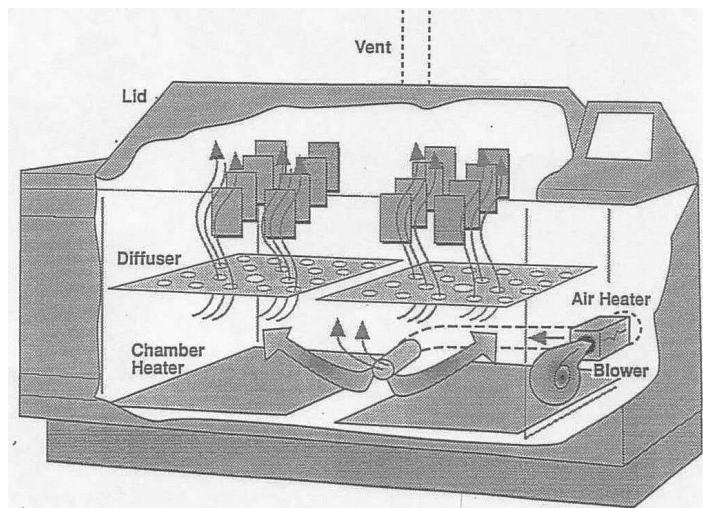
Suolasumukokeen avulla voidaan testata suoja-aineiden kykyä kestää jatkuvaa kosteutta. Kokeen avulla voidaan tutkia myös mm. tiesuolojen aiheuttamaa korroosiota suojatuilla pinnoilla.



Kuva 5. Suolasumukaapin sumutusperiaate [27, s. 14].

Suolasumukaapin sumutusperiaate on esitetty kuvassa 5. Natriumkloridiliuosta pumpataan säiliöstä (Solution Reservoir) suuttimeen (Spray Nozzle). Samalla paineilma (Compressed Air) kuljetetaan suuttimeen kostutussäiliön (Bubble Tower) kautta, missä paineilma kostutetaan. Suutin hajottaa suolaliuoksen ja paineilman hienojakoiseksi su-

muksi. Kaapin lämmittimet (Heater) ylläpitävät haluttua lämpötilaa kammiossa. [27, s. 5.]



Kuva 6. Suolasumukaapin kuivatusperiaate [27, s. 16].

Kuvassa 6 esitetään kuivatustoiminta, jota voidaan käyttää esimerkiksi huoneilmaltistuksissa. Kuivatuksessa tyhjennyspuhallin (Blower) pakottaa huoneilmaa ilmanlämmittimen (Air Heater) läpi, jolloin kammioon saadaan alhainen kosteus. Lämpötilaa säädetään lämmittimillä (Chamber Heater) ja ilmanlämmittimillä. [27, s. 5.]

Kokeissa käytetään Q-FOG (malli CCT) -suolasumukaappia, joka on valmistettu vahvasta kuituvahvisteisesta muovista. Kaappi ei sisällä syöpyviä osia eikä näytteitä saastuttavia aineita. Laitteen seinämät ovat paksut, mistä johtuu niiden alhainen lämmönjohtaminen, mikä mahdollistaa tarkan lämpötilansäädön. Koekappaleet asetetaan kammioon tasaisesti noin $15^{\circ}\dots 25^{\circ}$ kulmaan niin, että niistä ei pääse tippumaan sumutettua liuosta toistensa päälle. [27, s.24; 28, s. 24]

Suolasumukaapin säätimessä on LCD-näyttö (liite 17), josta näkyvät testiparametrit sekä virheilmoitukset. Kaapissa on neljä eri ohjelmaa, joista ohjelmaa 1 käytetään jatkuvassa suolasumukokeessa ja ohjelmaa 2 jaksoittaisessa suolasumukokeessa. Ohjelmalla 3 luodaan ja muutetaan syklien parametreja. Ohjelmalla 4 kalibroidaan kammion lämpötilasensori. Ohjelmien käyttöohjeet löytyvät liitteistä 18-21. [27, s. 26-34.]

Ennen koetta tulee puhdistaa kammio suolasumukaapin takana olevalla vesiletkulla. Lisättäessä natriumkloridiliuosta tulee tarkistaa liuoksen konsentraatio, pH ja johtokyky. [27, s. 42].

Kun kammion kansi avataan, kaapin turvallisuusjärjestelmä kytkee kaikki toiminnot pois päältä, mikä estää syövyttävän sumun pääsyn laboratorioon. Suljettaessa kansi, kaappi palaa automaattisesti aikaisempaan RUN- tai STOP-tilaan. Avattaessa suolasumukaapin kantta tulee varoa hengittämästä kammioista tulevaa sumua. [27, s. 24.]

Natriumkloridiliuoksen valmistus

Suolaliuos valmistetaan puhtaaseen isoon astiaan, esim. ämpäriin. Astiaan lisätään ioni-vaihdettu vesi ja natriumkloridia niin, että liuoksen väkevyudeksi saadaan $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ [28, s. 12]. Esimerkiksi 10 litraan vettä lisätään 500 g suolaa. Liuosta sekoitetaan huolellisesti, jotta kaikki suolat liukenisivat veteen. Suolakaapin säiliö täytetään liuoksella. Kokeen aikana tulee tarkistaa liuoksen määrä säiliössä ja lisätä sitä tarvittaessa.

Valmiin liuoksen ominaispainon on oltava 25 °C:n lämpötilassa $1,029 \dots 1,036 \text{ g/cm}^3$ ja pH 6,0..7,0 [28, s. 12].

Huolto ja kalibrointi

Kaapin huoltoon kuuluu puolivuosihoito sekä 1000 käyttötunnin välein perushuolto. Suolasumukaapin kalibrointi ja huolto kuuluvat laboratoriohenkilökunnalle. Kalibrointi- ja huoltoseloste on liitteenä 22.

Puolivuosihoitossa kalibroidaan kammion lämpötilamittari. Vertailulämpömittarina käytetään kohdan 6.3 mukaisesti kalibroitua mittaria. Lämpötila mitataan kammion sisällä olevalla lämpötilasensorilla, joka on n. 100 mm etäisyydellä seinästä. Lämpötila vaikuttaa sumutuspaineeseen taulukon 4 mukaisesti. Tarvittaessa paine säädetään oikeaan arvoon.

Taulukko 4. Lämpötilan ja paineen välinen yhteys
[28, s. 16]

Sumutuspaine, kPa	Opastavat lämpötila-arvot, °C
70	45
84	46
98	48
112	49
126	50
140	52

Perushuollon tarpeesta ilmoittaa huoltoajastin 999 käyttötunnin jälkeen. Hälytystä ei saa nollata, ennen kuin huolto on suoritettu. Perushuollossa tarkistetaan taulukon 5 mukaiset osat ja toiminnot.

Perushuollon yhteydessä kaapista mitataan sumutetun liuoksen kertyminen altaan pohjalle. Sumun keruualueen tulee olla 80 cm² ja keskimääräisen keräysnopeuden 1,5 ml/h \pm 0,5 ml/h. Keruumäärään voidaan vaikuttaa säätämällä suolaliuoksen virtausnopeutta (pumpun nopeus) ja/tai ilmanpainetta. Kerätyn liuoksen pH-arvon tulisi olla 6,5...7,2 ja natriumkloridin pitoisuuden 50 g/l \pm 5 g/l. [27, s. 41; 28, s. 12, 16, 24.]

Taulukko 5. Suolasumukaapin perushuollon piiriin kuuluvat osat ja toiminnot [27, s. 42]

Laitteen osa/toiminto	Suositteltu huolto
Painepumpun letkut	Tarkista vuodot ja kuluminen. Vaihda tarvittaessa
Kostutussäiliö	Tyhjennä ja anna täyttyä puhtaalla vedellä.
Kostutussäiliön ilmastimet	Tarkista ilmakuplien hienous. Vaihda tarvittaessa.
Nestesäilö	Ruuvaa auki ja puhdista suodatin (strainer screen).
Kammio, erityisesti lämmittimet	Irrota suolakerrostumat.
Höyrystin	Tyhjennä ja anna täyttyä puhtaalla vedellä.
Deionisoitu vesi	Tarkista puhtaus (50 K Ω tai korkeampi) ja neutraali pH.
Puhaltimen tulosuodatin	Puhdista suodatin.
Paineilmasuodatin	Vaihda tarvittaessa.

Vertailunäytteet

Suolasumukokeen yleinen toiminta ja syövyttävyys tarkistetaan vertailunäytteiden avulla kerran vuodessa.

Vertailunäytteinä käytetään standardin ISO 3574 mukaista CR4-teräslevyä. Levyjä leikataan kylmävalssatusta teräslevystä neljä kappaletta, joiden koko on 150 mm x 70 mm ja paksuus $1 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. Levyjen tarkasteltavissa pinnoissa ei saa olla huokosia, leimoja, naarmuja tai värjäytymisiä. Levyjen pinnankarheuden tulee olla $R_a = 0,8 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,3 \text{ } \mu\text{m}$. [28, s. 18.]

Vertailulevyt puhdistetaan samalla tavoin kuin koekappaleet kohdan 7.2 mukaan ja sen jälkeen punnitaan kappaleiden lähtömassa m_1 . Levyjen taustat ja reunat peitetään tiiviisti ilmastointiteipillä. [28, s. 18.]

Levyt asetetaan suolakaappiin tasaisesti 20°C :n kulmaan, jotta saadaan kokonaisvaltainen kuva kaapin toiminnasta. Kokeen kesto on 48 h eikä sen aikana koekammion luukkua saa avata eikä sinne saa asentaa mitään muita kappaleita, jotka ovat erilaisia kuin vertailulevyt. [28, s. 18.]

Kokeen loputtua levyt otetaan välittömästi pois kammiosta ja niiden pinnalta poistetaan taustan ja reunojen suojana toiminut ilmastointiteippi. Levyt puhdistetaan sekä mekaanisesti harjaamalla levyä juoksevan veden alla pehmeä harjalla että kemiallisesti pitämällä 10 minuuttia 23°C :n lämpöisessä liuoksessa, jossa on 20 painoprosenttia analyyysilaatua olevaa diammoniumsitraattia $[(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7]$ ionisoidussa vedessä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää liuosta, jossa on 50 tilavuusprosenttia analyyysilaatua olevaa suolahappoa ($\rho_{20} = 1,18 \text{ g/ml}$) ionisoidussa vedessä ja 3,5 g/l heksametyleenitetramiinia korroosioinhibiittorina. [28, s. 18.]

Puhdistustoimenpiteet toistetaan, jos levyn pinnalla on jäljellä korroosiotuotteita. Jos korroosiotuotteita on vaikea saada yllä mainitulla liuoksella poistettua levyn pinnasta, voidaan käyttää voimakkaampaa mekaanista puhdistusta. Levyt tarkastetaan silmämää-

räisesti, mutta varsinkin hyvin rosoisessa korroosiossa voidaan käyttää hyväksi pienitehoista mikroskooppia (esim. x 7 tai x 30). Vertailulevyt kuivataan upottamalla etanoliin ja puhaltamalla kuivaimella kuumaa ilmaa. [28, s. 18.]

Lopuksi levyt punnitaan ja määritetään massahäviö pinta-alaa kohden kaavalla 4. Suolasumukaapin toimivuus on tyydyttävä, jos massahäviö on $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$.

$$M_{\text{vertailunäyte}} = \frac{x_2 - x_1}{A} \quad (4)$$

x_1 ennen koetta mitattu massa

x_2 kokeen jälkeen mitattu massa [28, s. 18.]

Jotta voidaan varmistaa, että kemiallisessa puhdistuksessa levyistä ei liukene myös metallia, tulee puhdistaa samalla menetelmällä kuin näytelevyt myös verrokkilevy, joka ei ole ollut suolasumukaapissa. Punnitsemalla verrokkilevy ennen puhdistusta ja sen jälkeen voidaan nähdä, liukeneeko puhdistuksessa muutakin kuin korroosiotuotteita. Tämä tulos on otettava huomioon määrittäessä suolasumukaapin toimivuutta. Kaikki tulokset kirjataan suolasumukaapin kalibrointi- ja huoltoselosteeseen. [28, s. 18.]

6.10 Reagenssien puhtaus

Yleisesti ottaen käytettävät reagenssit ovat analyysilaatua. Poikkeuksen tekevät natriumkloridi ja ionivaihdettu vesi.

Standardin SFS-EN ISO 9227 mukaan natriumkloridin tulee sisältää kuivasta suolamäärästä

- kuparia alle 0,001 painoprosenttia
- nikkeliä alle 0,001 painoprosenttia
- natriumjodidia enintään 0,1 painoprosenttia
- epäpuhtauksia enintään 0,5 painoprosenttia [28, s. 12]

Natriumkloridi tilataan Algol Chemicals Oy:ltä. Suolankoostumusluettelo on liitteenä 23.

Suola tulee pitää kuivassa ja puhtaassa kannellisessa astiassa niin, että siihen ei pääse vahingossa kaatumaan mitään ylimääräistä. Suola-astiassa tulee olla vain sille tarkoitettu kauha tai muu annostin, jolla saadaan helposti annosteltua suolaa tarvittavaan liuokseen.

Laboratorio valmistaa itse ionivaihdetun vetensä. Veden johtokyky ja pH mitataan pH-johtokykymittarilla. Ionivaihdetun veden johtokyvyn tulee olla $20 \mu\text{S}/\text{cm}$ lämpötilan ollessa $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ja pH:n neutraali [28, s. 12]. Ionivaihdetun veden tarkistus tehdään suolasumukaapin perushuollon yhteydessä.

7 Kokeiden suoritus

7.1 Suoritettavat kokeet

Kokeet suoritetaan henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittelyn kotelon-suoja-aineiden (SFS 4086) ja alustansuoja-aineiden (SFS 4087) standardien mukaisesti. Lisäksi korroosionestoaineista mitataan FTIR-spektri, josta voidaan tarkastella aineiden koostumusta.

Kotelon suoja-aineille tehdään seuraavat kokeet:

- Korroosionestokyky suolasumukokeessa
- Korroosionestokyky jaksottaisessa suolasumukokeessa
- Korroosionestokyky kosteilla pinnoilla
- Lämmönkestävyys
- Kylmänkestävyys
- Tunkeutuvuus saumaan
- Viskositeetti
- FTIR-spektri [29, s. 2.]

Alustansuoja-aineille tehdään seuraavat kokeet:

- Kestävyys vedensuihkutuskokeessa
- Korroosionestokyky suolasumukokeessa
- Lämmönkestävyys
- Kylmänkestävyys
- Viskositeetti
- FTIR-spektri [30, s. 2.]

7.2 Koelevyjen käsittelyt

Kokeissa käytetään 1 mm:n paksuista kylmävalssattua teräslevyä. Levystä leikataan 26 kappaletta (150 mm x 75 mm). Lisäksi kosteiden pintojen korroosionestokykykokeessa tarvitaan kylmävalssatusta teräslevystä kaksi koekappaletta, joiden mitat ovat 150 mm x 75 mm x 2 mm. [29, s. 3; 30, s. 3.]

Koelevyille suoritetaan huolellinen rasvanpoisto upottamalla sopivaan orgaaniseen liuottimeen sekä huuhtelemalla puhtaalla liuottimella. Levyissä ei saa esiintyä ruostetta eikä suurempia epätasaisuuksia. Puhdistuksen jälkeen levyjen taustat ja sivut suojataan tiiviisti ilmastointiteipillä niin, että kokeiden aikana nämä alueet pysyvät koskemattomina. Esivalmistelujen jälkeen jokaisen kappaleen testattava pinta-ala A mitataan sekä kappaleiden massat m_1 punnitaan. [29, s. 3; 30, s. 3.]

Kaikista näytelevyistä otetaan kuvat sekä ennen testausta että sen jälkeen, jolloin niitä voidaan käyttää hyväksi myöhemmässä tarkastelussa.

Korroosionestoainetta ruiskutetaan kappaleiden puhtaille teräspinnoille korkeapaine-ruiskulla. Kotelonsuoja-aineelle käytettävän suuttimen sisähalkaisija on 0,019 tuumaa ja alustansuoja-aineelle 0,023 tuumaa. Suutin muodostaa viuhkan, jonka kulma on 60°. Valmiin pinnan tulee olla tasainen ja kauttaaltaan yhtä paksu. Reunojen ylimenneet roiskeet ja valumat poistetaan terävällä puukolla kalvon kuivuttua. [29, s. 3; 30, s. 3.]

Käsiteltyjen levyjen annetaan kuivua huoneen lämpötilassa vaakasuorassa asennossa 7 vuorokautta, poikkeuksena ovat korroosionestokyky kosteilla pinnoilla kokeessa ja vedensuihkutuskokeessa käytettävät kappaleet. Kuivumisen jälkeen punnitaan levyjen massat m_2 , mitataan pinnoitteen paksuus sähkömagneettisella kalvonpaksuusmittarilla sekä valokuvataan jokainen kappale. [29, s. 3; 30, s. 3.]

Ennen kokeita lasketaan kaavalla 5 kalvon keskimääräinen pinta-alamassa M_1 .

$$M_1 = \frac{m_2 - m_1}{A} \quad (5)$$

Kokeiden jälkeen mitataan levyn massa m_3 ja lasketaan kalvon keskimääräinen pinta-alamassa M_2 (kaava 6) sekä kalvon pinta-alamassan muutos ΔM (kaava 7).

$$M_2 = \frac{m_3 - m_1}{A} \quad (6)$$

$$\Delta M = M_1 - M_2 \quad (7)$$

[29, s. 3; 30, s. 3.]

7.3 Vedensuihkutuskoe

Kokeissa käytettävä suihkutusalas on valmistettu 10 mm:n polypropeenilevystä liitteenä 24 olevien CAD-kuvien mukaisesti. Koelaitos koostuu tästä 400 mm x 560 mm x 400 mm kokoisesta altaasta, liitteessä 25 kuvatussa CR-pumppusarjan perusmallista, paineensäätimestä sekä nämä yhteen liittävästä putkistoista.

Kahden koelevyn päälle ruiskutetun korroosionestoaineen annetaan kuivua vain 24 tuntia, minkä jälkeen testataan vaillinaisesti kuivuneen alustansuojakalvon kykyä kestää kuluttavaa vesisuihkua [30, s. 3-4]. Koe simuloi mm. auton lokasuojiin kohdistuvaa rasitusta.

Allas täytetään vedellä niin, että levyn pidike ei kastu. Koelevy asetetaan kiinni takaseinään ja sivutukeen, jolloin vesisuihku osuu n. 50 mm levyn alareunasta keskiviivalle [30, s. 4].

Vedenpaineen tulee olla 0,3 MPa ja vesisuihku kohdistetaan pintaan 30 minuutin ajan. Kokeen aikana ja sen jälkeen kirjataan mahdolliset kalvon muutokset, siirtymät ja kulumiset. [30, s. 4.]

Kun kokeita ei tehdä, altaan päälle laitetaan kansi, jotta veteen ei pääsisi epäpuhtauksia.

7.4 Suolasumukoe

Standardien SFS 4086 ja SFS 4087 mukaisesti sekä alustansuoja- että kotelonsuoja-aineille tehdään jatkuva 500 h kestävä suolasumukoe neljälle koekappaleelle, joista kahden viilletään ristikuvio. Kokeen jälkeen naarmutetuista kappaleista poistetaan irtonainen pinnoite esim. veitsenterällä. Irtoamisen raja on kohdassa, missä pinnoite on tarttunut kappaleeseen tiiviisti. Kappaleista tarkistetaan silmämääräisesti ruostumisaste. Korroosionsuoja-aineiden vaatimuksena on, että ruostetta ei ole (ruostumisaste Ri 0). [29, s. 2; 30, s. 2.]

Kotelonsuoja-aineille tehdään myös jaksoittainen koe, jossa neljää koekappaletta sumutetaan 4 vuorokautta ja annetaan kuivua 3 vuorokautta huoneenlämpötilassa. Koe toistetaan kahdesti. Testiselosteessa ilmoitetaan ruostumisasteet. [30, s. 2.]

7.5 Korroosionestokyky kosteilla pinnoilla

Kokeessa testataan suoja-aineen kykyä estää korroosiota vaillinaisesti kuivuneilla alustoilla. Esimerkiksi kun auto tuodaan ulkoa sisätiloihin, kylmiin pintoihin tiivistyy helposti kosteutta, joka saattaa estää suoja-aineen kunnollisen kiinnittymisen pintaan.

Koekappaleet suihkupuhdistetaan pinnankarheuteen 6,0...10 µm. Kappaleesta poistetaan suihkupuhdistuksesta mahdollisesti jääneet epäpuhtaudet puhaltamalla paineilmalla kappale puhtaaksi. Kappaleet upotetaan 5-prosenttiseen natriumkloridiliuokseen 30 sekunniksi ja nostettaessa pois valutetaan 10 sekunnin ajan. Levyt asetetaan vaakasuoraan ja varmistetaan pinnan olevan kauttaaltaan kostea. Levyille ruiskutetaan korroosionestoainetta ja annetaan kuivua huoneenlämmössä 48 tuntia. Kuivumisajan loputtua levyistä poistetaan korroosionestoaine valmistajan ohjeiden mukaisesti ja tarkistetaan ruostumisaste (Ri). [29, s. 4.]

7.6 Lämmönkestävyys

Kokeessa testataan suoja-aineiden kykyä kestää korkeita lämpötiloja. Koelevyille ruiskutetun suoja-aineen tulisi pysyä kappaleen pinnalla ilman suurempia valumia.

Levyt asetetaan lämpökaappiin liitteen 26 mukaisessa telineessä, jossa ne ovat pystysuorassa. Teline on valmistettu polyeteenistä. Kaapin lämpötila on 60 ± 2 °C, ja levyjä pidetään kaapissa 120 ± 5 min. Kokeen jälkeen levyjen annetaan jäähtyä huoneenlämpötilaan ja niistä tarkastetaan valumat, kuplat ja muut muutokset. [29, s. 4-5; 30, s. 5.]

7.7 Kylmänkestävyys

Suomen olosuhteissa autojen suoja-aineet joutuvat kestäämään koviakin pakkasia. Kokeen ideana on testata aineiden haurautta ja kiinnipysyvyyttä kylmissä olosuhteissa.

Kaksi levyä ja halkaisijaltaan 32 mm:n tuurna asetetaan pakastimeen, jonka lämpötila on -25 °C. Vuorokauden jälkeen kappaleet otetaan pakastimesta ja välittömästi taivutetaan tuurnan ympäri n. 90° viidessä sekunnissa. Jos kappaleissa ei ole nähtävissä metallipintaan ulottuvia halkeamia tai kalvo ei ole irronnut, voidaan todeta, että kappale ei ole haurasta. [29, s. 5; 30, s. 5-6.]

7.8 Tunkeutuvuus saumaan

Autojen suoja-aineiden tulisi pystyä tunkeutumaan mahdollisimman hyvin liitosten väliin, jotta saavutettaisiin mahdollisimman hyvä korroosionestokyky. Autojen koteloiden liitoksia simuloidaan kiinnittämällä kaksi koelevyä liitteen 27 mukaisesti. [29, s. 5-6.]

Toisiinsa kiinnitetyille levyille ruiskutetaan korroosionestoainetta ja levyjen annetaan kuivua pystysuorassa 7 vuorokautta, minkä jälkeen levyt irrotetaan varovaisesti toisistaan ja annetaan kuivua vielä 1 vuorokausi ruiskutettu puoli ylöspäin. [29, s. 6.]

Suoja-aineen tunkeutuvuus saumaan mitataan alemmasta saumasta 1 mm:n tarkkuudella. Jos näkyvissä ei ole selkeää rajaa, kappaleet voidaan kastaa 5-prosenttiseen natriumkloridiliuokseen 10 minuutiksi. Suurimmaksi yhtenäiseksi tunkeutumisalueeksi katsotaan se alue, jolla ei esiinny silminnähtävää ruostetta. [29, s. 6.]

7.9 Viskositeetti

Viskositeetin avulla pystytään arvioimaan mm. korroosionestoaineen ruiskutettavuutta sekä sen välittömästi ruiskutuksen jälkeistä paikallaan pysyvyyttä.

Kuppi asetetaan statiiviin niin, että sen yläreuna on suorassa. Suokappale suljetaan sormella ja kuppi täytetään korroosionestoaineella. Kupin katsotaan olevan täynnä, kun pieni määrä ainetta valuu reunan yli kouruun. Ylimääräinen aine pyyhitään pois esim. lasilevyllä. Valumisaika mitataan kupin suuaukon avaamisesta siihen hetkeen, kun ainevirta ensimmäisen kerran katkeaa. Kuppi puhdistetaan huolellisesti jokaisen käyttökerran jälkeen sopivalla liuottimella. [26, s. 2.]

7.10 FTIR-spektri

FTIR-spektri tehdään käyttöohjeiden mukaisesti. Tulosteet liitetään testiselosteen liitteeksi.

8 Testauskustannukset

Kustannukset voidaan jakaa välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Välittömät kustannukset voidaan kohdistaa eri testausryhmiin, esim. testaukseen kuluvat työtunnit. Välillisiä kustannuksia on vaikeampi kohdistaa ja niistä käytetään nimitystä yleiskustannukset, esim. sähkö. [31, s. 7.]

Välittömät kustannukset koostuvat testaustoiminnan alkuunpanosta, testaustoiminnasta, kalibroinneista ja huolloista, johdon katselmuksista ja ulkoisista auditoinneista (taulukko 6).

Taulukko 6. Välittömät kustannukset koostuvat mm. kokeisiin kuluvista materiaaleista ja työtunneista.

Alkuunpano	<ul style="list-style-type: none"> - Testilaitosten valmistus <ul style="list-style-type: none"> o vedensuihkutuskokeen koelaitos o lämmönkestävyyden pidike - Muut hankinnat <ul style="list-style-type: none"> o Maaliruisku o Pinnanpaksuusmittarin kalibrointikalvot - Ohjeistuksen laatiminen - Koelaitteiden testaus ja kalibrointi - Kemikaalit - Testaajien koulutus
Testaustoiminta	<ul style="list-style-type: none"> - Asiakkaan kanssa testauksista sopimiseen kuluva työaika - Testaukseen kuluva työaika

	<ul style="list-style-type: none"> - Materiaalit ja kemikaalit <ul style="list-style-type: none"> o Koelevyt o Suolasumukaapin sähkö, vesi ja suola - Korroosionestoaineiden vastaanotto ja varastointi - Tulosten dokumentointi, tallennus ja lähetys
Kalibrointi	<ul style="list-style-type: none"> - Materiaalit ja kemikaalit <ul style="list-style-type: none"> o Suolasumukaapin huolto ja kalibrointi o pH/johtokykyttarin kalibrointi o Juoksutuskupin kalibrointi - Mahdolliset uudet osat ja huollot - Kalibrointiin kuluvat työtunnit
Katselmus ja auditointi	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjeistuksen ylläpito - Katselmuksiin kuluva työaika - Ulkopuolisen tahon laatuarviointikustannukset

Välilliset kustannukset koostuvat tiloista, sähköstä, vedestä, jätekustannuksista, siivouksesta ja taloushallinnosta.

9 Yhteenveto

Insinööritöön tarkoituksena oli luoda valmiudet korroosionestoaineiden testaukselle materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratoriossa. Työn alussa on esitetty testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyyteen liittyvän standardin (SFS-EN ISO/IEC 17025) vaatimukset ja kuinka laboratorio niihin vastaa. Tämän jälkeen on pohdittu, kuinka tulosten laatu voidaan varmistaa jokaisella mittauskerralla, ja lopuksi on listattuna henkilö- ja pakettiautojen korroosionestokäsittelystandardien vaatimat testimenetelmät.

Laboratorion toiminta ei ole standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 mukaista, koska siltä puuttuu laatujärjestelmä ja siksi, että mittauksessa käytettävien mittalaitteiden kalibrointia ei ole suoritettu jäljitettävästi.

Koska Inspecta Oy tulee tarkastamaan laboratorion pätevyyden standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimusten täyttymisen perusteella, joudutaan todennäköisesti jatkamaan laboratorion ja tämän työn sisällön kehittämistä.

10 Lähteet

1. Historiaa. (WWW-dokumentti.) Inspecta Oy.
<http://www.inspecta.fi/yritys/historia.php?m=m2>. Luettu 9.4.2010.
2. Inspecta Sertifiointi Oy. (WWW-dokumentti.) Inspecta Oy.
<http://www.inspecta.fi/sfs/>. Luettu 9.4.2010.
3. Tuotesertifiointin yleiset ohjeet. Inspecta Sertifiointi Oy. Esite. 2006.
4. Tuotesertifiointi Oy. (WWW-dokumentti.) Inspecta Oy.
<http://www.inspecta.fi/sfs/sertifiointipalvelut/tuotesertifiointi/index.php?m=m3>.
Luettu 9.4.2010.
5. SFS 4085. Henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittely.
Kotelorakenteet ja alusta. 2. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 1982.
6. Täyskäsittely. (WWW-dokumentti) Suomen Ruosteenestoliikkeiden Osuuskunta.
http://www.finikor.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=55:tayskasittely&catid=38:kasittelyt&Itemid=27. Päivitetty 14.5.2009. Luettu 18.3.2010.
7. SFS-EN ISO/IEC 17025. Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset. 2. painos. Suomen standardisoimisliitto SFS 2005.
8. Akkreditoinnin ja sertifiointin tavoitteet ja merkitys. (WWW-dokumentti.) Mittatekniikan keskus. <http://www.mikes.fi/page.aspx?contentID=313>. Luettu 9.4.2010.
9. Lahti, Tero: Pinnoitepaksuusmittauksen laatudokumentit. Insinööritoimisto. Espoon-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu. Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka. 2006.

10. Aimola, Pasi: Laatu,- turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmän laatiminen. Insinöörityö. Espoon-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu. Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka. 2000.
11. Weckström, Thua (toim.): Lämpötilan mittaus. 2. painos. Helsinki: Mittatekniikan keskus 2005.
12. SFS-EN ISO 4628-1. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 1: Yleistä ja merkintäjärjestelmä. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2004.
13. SFS-EN ISO 4628-2. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 2: Rakkuloitumisasteen arviointi. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2004.
14. SFS-EN ISO 4628-3. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 3: Ruostumisasteen arviointi. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2004.
15. SFS-EN ISO 4628-4. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 4: Halkeilemisasteen arviointi. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2004.
16. SFS-EN ISO 4628-8. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 8: Viiltoa ympäröivän irtoamisen ja korroosion arviointi. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2005.
17. Jaarinen, Soili & Niirainen, Jukka: Laboratorion analyysitekniikka. 5. painos. Helsinki: Edita.

18. MAOL-taulukot. Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry. 1-5. uudistettu painos. 2004.
19. Riski, Kari (toim.): Vaakojen kalibrointiohje. Helsinki: Mittatekniikan keskus 1998.
20. SevenGo Duo proTM: pH/ORP/ION/Conductivity meter SG78. Mettler-Toledo AG. Käyttöohje.
21. pH Buffer Solution and Elektrolyte Friscolyt. Mettler-Toledo AG. Tuoteseloste.
22. Nieppola, Pertti, Suomen lämpömittarit Oy. Sähköpostiviesti 18.03.2010.
23. Surtronic 10. EVTEK ammattikorkeakoulu. Käyttöohje.
24. Lohtari, Lauri: Valmistustekniikka. Opetusmoniste. EVTEK-ammattikorkeakoulu 2007.
25. Elcometer 355 käyttöohje. Pinteco Oy. Käyttöohje. 1994.
26. SFS 3751. Maalit ja lakat. Konsistenssin määrittäminen juoksutuskupilla. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 1977.
27. Q-FOG syklinen korroosiokaappi mallit CCT & SSP käyttöohje. Pinteco Oy. Käyttöohje. 1994.
28. SFS-EN ISO 9227. Korroosiokokeet keinotekoisissa kaasuympäristöissä. Suolasumukokeet. 1. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2007.
29. SFS 4086. Henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittely. Kotelon suoja-aineet. 3. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2006.

30. SFS 4087. Henkilö- ja pakettiautojen korin korroosionestokäsittely. Alustansuoja-aineet. 3. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2006.
31. Aaltonen, Timo: Kannattavuus ja rahoitus. Opetusmoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu 2008.

11 Liitteet

- Liite 1: Henkilökunnan ja opiskelijoiden vastualueet**
- Liite 2: Kotelonsuoja-aineet, testausseleste**
- Liite 3: Anti-corrosion agents for internal hollow, test report**
- Liite 4: Alustansuoja-aineet, testausseleste**
- Liite 5: Anti-corrosion agents for chassis, test report**
- Liite 6: Vertailukuvat rakkuloitumisasteille (äärä)**
- Liite 7: Vertailukuvat rakkuloitumisasteille (koko)**
- Liite 8: Vertailukuvat ruostumisasteille**
- Liite 9: Vertailukuvat halkeilemisasteille**
- Liite 10: Vertailukuvat viiltoa ympäröivälle irtoamiselle ja korroosiolle**
- Liite 11: Vaa'an kalibrointi**
- Liite 12: pH- ja johtokykyttarin kalibrointi- ja käyttöohje**
- Liite 13: Lämpömittarin kalibrointi**
- Liite 14: Pinnankarheusmittarin kalibrointi- ja käyttöohje**
- Liite 15: Pinnanpaksuusmittarin kalibrointi- ja käyttöohje**
- Liite 16: FTIR-laitteen käyttöohje**
- Liite 17: Suolasumukaapin LCD-näyttö**
- Liite 18: Suolasumukaapin ohjelma 1: Jatkuva suolasumukoe**
- Liite 19: Suolasumukaapin ohjelma 2: Jaksottainen suolasumukoe**
- Liite 20: Suolasumukaapin ohjelma 3: Syklin luominen ja muuttaminen**
- Liite 21: Suolasumukaapin ohjelma 4: Lämpötila-anturin kalibrointi**
- Liite 22: Suolasumukaapin huolto- ja kalibrointi**
- Liite 23: Natriumkloridin koostumus**
- Liite 24: Vedensuihkutuslataan piirustukset**
- Liite 25: CR-pumpun piirustukset**
- Liite 26: Lämmönkestävyyskokeen telinepiirustukset**
- Liite 27: Tunkeutuvuus saumaan -kokeen kappalepiirustukset**

Koulutusohjelmapäällikkö	Kai Laitinen
<i>Vastuut ja valtuudet</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorion laitteiden hankintapäätökset - Ulkopuolisten tutkimus- ja kehitystehtävät yhdessä laboratoriohenkilöstön kanssa - Laboratorion laatutason ylläpitäminen ja kehittäminen - Ulkopuolisten tutkimus- ja kehitystehtävien toteutus
<i>Toiminnalliset vastuut</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laatu,- turvallisuus- ja ympäristöasiat - Tilauksista huolehtiminen - Jätteiden lajittelu

Laboratorioinsinööri	Pekka Saranpää
<i>Vastuut ja valtuudet</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorion kemikaali-, tarvike- ja laitehankinnat - Laboratorion kehittäminen - Laboratoriokoneiden ja laitteiden kunnossapitäminen - Testauslaitteiden tarkastustoiminnot - Laboratorion siisteys ja järjestys - Kalustoluettelot - Laboratorion työturvallisuus-, työsuojelu- ja ympäristönsuojeluasiat - Laboratorion toimivuus - Ulkopuolisten tutkimus- ja kehitystehtävien toteutus - Käyttö- ja työohjeiden saatavuus ja laatiminen
<i>Toiminnalliset vastuut</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Raaka-aineiden vastaanotto - Raaka-aineiden tarkastukset - Koneiden ja laitteiden kunnossapito - Tilauksista huolehtiminen - Ympäristönsuojelu - Jätteiden lajittelu - Jätteiden lajittelu, merkitseminen ja lähettäminen

Laboratoriomestari	Leo Kunttu
<i>Vastuut ja valtuudet</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Valmistustekniikan laboratoriossa tarvittavien koneiden ja laitteiden kunnossapito yhdessä laboratorioinsinöörin kanssa - Tarvittavien laitteiden valmistaminen työpajassa - Laboratorion turvallisuus ja ympäristönsuojelu muun henkilöstön kanssa - Laboratorion kehitys - Tarvikkeiden hankinta - Laboratorion siisteys ja järjestys
<i>Toiminnalliset vastuut</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Raaka-aineiden vastaanotto - Raaka-aineiden tarkastukset - Koneiden ja laitteiden kunnossapito - Tilauksista huolehtiminen - Ympäristönsuojelu - Jätteiden lajittelu - Jätteiden lajittelu, merkitseminen ja lähettäminen

Opiskelijat	
<i>Toiminnalliset vastuut</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Jätteiden lajittelu - Laboratorion yleinen siisteys

**Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulutusohjelma**

**Leiritie 1
01600 Vantaa**

Korroosioaine Oy

**Osoitetiedot
00100 Helsinki**

Kommentti [T1]:
Muuta yrityksen nimi ja
osoitetiedot

Kotelonsuoja-aineet, testausseloste nro 1

Kommentti [T2]:
Muuta juokseva numerointi

Tuotteiden vastaanottopäivä

15.2.2010

Kommentti [T3]:
Muuta päivämäärä

Testit ja suorituspäivämäärät:

Suolasumukoe ISO 9227

15.2.2010

Kommentti [T4]:
Muuta päivämäärä

Jaksottainen suolasumukoe ISO 9227

15.2.2010

Kommentti [T5]:
Muuta päivämäärä

Korroosionestokyky kosteilla pinnoilla SFS 4086

15.2.2010

Kommentti [T6]:
Muuta päivämäärä

Lämmönkestävyys SFS 4086

15.2.2010

Kommentti [T7]:
Muuta päivämäärä

Kylmänkestävyys SFS 4086

15.2.2010

Kommentti [T8]:
Muuta päivämäärä

Tunkeutuvuus saumaan SFS 4086

15.2.2010

Kommentti [T9]:
Muuta päivämäärä

Viskositeetti SFS 4086

15.2.2010

Kommentti [T10]:
Muuta päivämäärä

IR-analyysi

15.2.2010

Kommentti [T11]:
Muuta päivämäärä

Vantaa 15.2.2010

Pekka Saranpää
Laboratorioinsinööri

Kai Laitinen
Koulutusvastaava

Kommentti [T12]:
Muuta päivämäärä

Tuotteen tiedot

Tuotteen nimi:
 Tyyppi:
 Säilymisäika:
 Pinnoitteen levityskerrat:
 Lisätietoja:

Korroosionestoaine 1

Tyyppi 1

15.2.2010

1

Kommentti [T13]:

Muuta nimi

Kommentti [T14]:

Muuta tyyppi

Kommentti [T15]:

Muuta päivämäärä

Kommentti [T16]:

Muuta määrä

Tehtävän kuvaus

Tehtävänä on tutkia täyttääkö henkilö- ja pakettiautojen kotelonsuoja-aine standardin SFS 4086 asettamat vaatimukset valittujen kokeiden osalta. Lisäksi tuotteesta mitataan koostumuksesta kertova IR-spektri.

Koelevyt valmistellaan standardin SFS 4086 liitteen A mukaisesti. Levyjen taustat ja sivut suojataan ilmastointiteipillä.

Jokaisesta koelevystä mitataan testattavan tuotteen muodostaman kalvon keskimääräinen massa $[(m_2 - m_1)/\text{pinta-ala}]$ sekä massahäviö $[(m_3 - m_2)/\text{pinta-ala}]$ testin jälkeen. Pinnoitteen paksuus mitataan sähkömagneettisella kalvonpaksuusmittarilla.

m_1 Levyn massa
 m_2 Suojatun levyn massa ennen testiä
 m_3 Suojatun levyn massa testin jälkeen

Testit

Suolasumukoe SFS-EN ISO 9227

Neutraali suolasumukoe 500 h neljälle koekappaleelle, joista 2 on naarmutettu ristikuviolla (X). Vaatimuksena ruostumisaste Ri 0 (SFS-EN ISO 4628-3:2004). Koekappaleiden annetaan kuivua testin jälkeen noin tunnin verran, minkä jälkeen kappaleet huuhdellaan juoksevassa vedessä (lämpötila max 40 °C) ja kuivataan ilmapuhaltimella ennen lopullista tarkastelua.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:	1234 g	Kommentti [T17]: Pelkän levyn massa
Suojatun levyn massa 2:	1234 g	Kommentti [T18]: Päälystetyn levyn massa
Levyn pinta-ala:	1234 m ²	Kommentti [T19]: Muuta pinta-ala
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:	1234 g/m ²	Kommentti [T20]: (m ² -m ¹)/pinta-ala
Pinnoitteen paksuus:	1234 μm	Kommentti [T21]: Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:	Ri 0	Kommentti [T22]: Muuta ruostumisaste
Levyn massa 3:	1234 g	Kommentti [T23]: Muuta massa
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:	1234 g/m ²	Kommentti [T24]: (m ³ -m ¹)/pinta-ala
Kalvon pinta-alamassan muutos:	1234 g/m ²	Kommentti [T25]: keskim.massa 2-keskim.massa1
Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)		Kommentti [T26]: Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Jaksottainen suolasumukoe SFS-EN ISO 9227, SFS 4086

Neutraali suolasumukoe 4 vrk + 3 vrk kuivumisjakso, toistetaan kahdesti.

Koekappaleita 4 kpl, joista 2 pistehitsataan pitkiltä sivuiltaan yhteen siten, että ne ovat päällekkäin 20 mm.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:

1234 g

Kommentti [T27]:
Pelkän levyn massa

Suojatun levyn massa 2:

1234 g

Kommentti [T28]:
Päällystetyn levyn massa

Levyn pinta-ala:

1234 m²

Kommentti [T29]:
Muuta pinta-ala

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:

1234 g/m²

Kommentti [T30]:
(m²-m¹)/pinta-ala

Pinnoitteen paksuus:

1234 μm

Kommentti [T31]:
Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:

Ri 0

Kommentti [T32]:
Muuta ruostumisaste

Levyn massa 3:

1234 g

Kommentti [T33]:
Muuta massa

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:

1234 g/m²

Kommentti [T34]:
(m³-m¹)/pinta-ala

Kalvon pinta-alamassan muutos:

1234 g/m²

Kommentti [T35]:
keskim.massa 2-keskim.massa 1

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)

Kommentti [T36]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Korroosionestokyky kosteilla pinnoilla SFS 4086

Kaksi kappaletta koelevyjä upotetaan 30 sekunniksi suolaliuokseen ja valutetaan pystysuorassa 10 sekuntia. Levyille ruiskutetaan välittömästi korroosionestoainetta. Levyt pidetään kokeen jälkeen huoneenlämpötilassa 48 tuntia ja sen jälkeen puhdistetaan valmistajan ilmoittamalla menetelmällä. Korroosionestoaineen poiston jälkeen levyistä tarkastetaan ruostumisaste.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:

1234 g

Kommentti [T37]:
Pelkän levyn massa

Suojatun levyn massa 2:

1234 g

Kommentti [T38]:
Päällystetyn levyn massa

Levyn pinta-ala:

1234 m²

Kommentti [T39]:
Muuta pinta-ala

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa:

1234 g/m²

Kommentti [T40]:
(m²-ml)/pinta-ala

Pinnoitteen paksuus:

1234 µm

Kommentti [T41]:
Muuta paksuus

Puhdistusmenetelmä:

Lisää puhdistusmenetelmä

Kommentti [T42]:
Lisää puhdistusmenetelmä

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:

Ri 0

Kommentti [T43]:
Muuta ruostumisaste

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)

Kommentti [T44]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Lämmönkestävyys SFS 4086

Kaksi koelevyä asetetaan lämpökaappiin pystysuoraan telineeseen. Lämpötila $+60 \pm 2$ °C ja pitoaika 120 ± 5 min. Levyistä tarkastetaan valumat ja muut muutokset.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:	1234 g	Kommentti [T45]: Pelkän levyn massa
Suojatun levyn massa 2:	1234 g	Kommentti [T46]: Päällystetyn levyn massa
Levyn pinta-ala:	1234 m ²	Kommentti [T47]: Muuta pinta-ala
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:	1234 g/m ²	Kommentti [T48]: (m2-m1)/pinta-ala
Pinnoitteen paksuus:	1234 µm	Kommentti [T49]: Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:	Ri 0	Kommentti [T50]: Muuta ruostumisaste
Levyn massa 3:	1234 g	Kommentti [T51]: Muuta massa
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:	1234 g/m ²	Kommentti [T52]: (m3-m1)/pinta-ala
Kalvon pinta-alamassan muutos:	1234 g/m ²	Kommentti [T53]: keskim.massa 2-keskim.massa1
Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)		Kommentti [T54]: Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Kylmänkestävyys SFS 4086

Kaksi kappaletta koelevyjä asetetaan 24 tunniksi pakastimeen, jonka lämpötila on -25 °C.

Levyjä taivutetaan tuurnan ympäri 90° noin 5 s:ssä. Levyt tutkitaan kalvon halkeamisen tai irtoamisen havaitsemiseksi.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:

1234 g

Kommentti [T55]:
Pelkän levyn massa

Suojatun levyn massa 2:

1234 g

Kommentti [T56]:
Päällystetyn levyn massa

Levyn pinta-ala:

1234 m²

Kommentti [T57]:
Muuta pinta-ala

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa:

1234 g/m²

Kommentti [T58]:
(m2-m1)/pinta-ala

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:

Ri 0

Kommentti [T59]:
Muuta ruostumisaste

Levyn massa 3:

1234 g

Kommentti [T60]:
Muuta massa

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:

1234 g/m²

Kommentti [T61]:
(m3-m1)/pinta-ala

Kalvon pinta-alamassan muutos:

1234 g/m²

Kommentti [T62]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)

Kommentti [T63]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Tunkeutuvuus saumaan SFS 4086

Neljä kappaletta koelevyjä kiinnitetään pareittain toisiinsa puristimien avulla ja ruiskutetaan korroosioaineella. Koekappaleiden annetaan kuivua 7 vuorokautta ja tämän jälkeen ne irrotetaan toisistaan ja annetaan kuivua 1 vuorokausi irrallaan. Korroosionestoaineen suurin yhteinen tunkeutuvuus levyjen väliseen tilaan, laskettuna alemmasta saumasta, mitataan 1 mm tarkkuudella.

Tulokset

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen ja jälkeen testin)

Kommentti [T64]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Viskositeetti

Korroosionestoaineen viskositeetti mitataan 4 mm DIN-kupilla.

Mitattu viskositeetti:

1234 s

Kommentti [T65]:
Muuta viskositeetti

IR-analyysi



Degree Programme in Materials Technology and Surface Engineering

**Leiritie 1
01600 Vantaa**

Corrosion Ltd

Address

1234 London

Kommentti [T1]:
Muuta yrityksen nimi ja osoite

**Anti-corrosion agents for internal hollows
Test report no. 1**

Kommentti [T2]:
Muuta juokseva numerointi

Product was received

15.2.2010

Kommentti [T3]:
Muuta päivämäärä

Tests and dates:

Salt spray test ISO 9227
Cycled salt spray test ISO 9227
Anti-corrosion on wet surfaces SFS 4086
Heat resistance SFS 4086
Cold resistance SFS 4086
Penetration into joints SFS 4086
Viscosity SFS 4086
IR analysis

15.2.2010

Kommentti [T4]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T5]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T6]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T7]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T8]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T9]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T10]:
Muuta päivämäärä

Kommentti [T11]:
Muuta päivämäärä

Kommentti [T12]:
Muuta päivämäärä

Vantaa 15.2.2010

Pekka Saranpää
Laboratory Engineer

Kai Laitinen
Head of Degree Programme

Product details

Name:
Type:
Use-by date:
Number of coating layers:
Additional information:

Anti-corrosion agent 1

Type 1

15.2.2010

1

Kommentti [T13]:

Muuta nimi

Kommentti [T14]:

Muuta tyyppi

Kommentti [T15]:

Muuta päivämäärä

Kommentti [T16]:

Muuta määrä

Introduction

The task was to study by means of if the anti-corrosion agent for internal hollows meets the requirements of the standard SFS 4086 selected tests. An IR spectrum was also measured from the product.

Test plates were prepared according to the Appendix A of the standard SFS 4086. The sides and the backside of the plates were protected by duct tape.

The average mass by area of the coating $[(m_2 - m_1)/\text{area}]$ was measured from each plate before and after the tests. The thickness of the coating was measured with an electromagnetic film thickness meter.

m_1 Mass of steel plate
 m_2 Mass of laminated steel plate before the test
 m_3 Mass of laminated steel plate after the test

Tests

Salt spray test SFS-EN ISO 9227

Neutral salt was sprayed on 4 plates for 500 hours; 2 plates were scratched crosswise (X pattern). The demand for the degree of rusting is Ri 0 (SFS-EN ISO 4628-3:2004). The plates were let to dry for about an hour after the test. The plates were rinsed under running water (Temperature max 40 °C) and blow dried before final inspection.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T17]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T18]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T19]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T20]:
(m₂-m₁)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 μm

Kommentti [T21]:
Muuta paksuus

Measurement result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T22]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T23]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T24]:
(m₃-m₁)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T25]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T26]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Salt spray test SFS-EN ISO 9227

Neutral salt was sprayed on 4 plates for 4 days and the plates were let to dry for three days. This procedure was repeated twice. Of the 4 plates, 2 were spot welded on the long side so that they overlapped by 20 mm.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T27]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T28]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T29]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T30]:
(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T31]:
Muuta paksuus

Measurement result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T32]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T33]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T34]:
(m3-m1)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T35]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T36]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Anti-corrosion on wet surfaces SFS 4086

Two plates were dunked in a saline solution for 30 seconds and let to dry in vertical position for 10 seconds. The anti-corrosion product was sprayed on the plates immediately after that. The plates were let to dry at room temperature for 48 hours and after that the plates were refined by following the manufacturer's guideline. After refining the plates were inspected for degree for rusting.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T37]:

Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T38]:

Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T39]:

Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T40]:

(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T41]:

Muuta paksuus

Refining method:

Add refining method

Kommentti [T42]:

Lisää puhdistusmenetelmä

Measurement result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T43]:

Muuta ruostumisaste

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T44]:

Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Heat resistance SFS 4086

Two plates were placed on a vertical stand in an oven. The temperature was $+60 \pm 2$ °C and the duration of the test was 120 ± 5 min. After the test the plates were inspected for runs and other changes in the coating.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T45]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T46]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T47]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T48]:
(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T49]:
Muuta paksuus

Measuring result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T50]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T51]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T52]:
(m3-m1)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T53]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T54]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Cold resistance SFS 4087

Two plates placed in the freezer with a temperature of -25 °C for 24 hours. The plates were bent 90° around an arbor for about 5 s. The plates were inspected for cracks and peeling of the coating.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T55]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T56]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T57]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T58]:
(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T59]:
Muuta paksuus

Measuring result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T60]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T61]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T62]:
(m3-m1)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T63]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T64]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Penetration into joints SFS 4086

Four plates were coupled with clamps and the anti-corrosion agent was sprayed on them. The plates were let to dry for 7 days. Plates were detached and let to dry for 1 day. The penetration of the product was inspected from the lower joint at 1 mm accuracy.

Measurement result after the test

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T65]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Viscosity

The viscosity of the anti-corrosion agent was measured with a 4 mm DIN cup.

Measured viscosity:

1234 s

Kommentti [T66]:
Muuta viskositeetti

IR analysis

**Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulutusohjelma**

Leiritie 1
01600 Vantaa

Korroosioaine Oy

Osoitetiedot
00100 Helsinki

Kommentti [T1]:
Muuta yrityksen nimi ja
osoitetiedot

Alustansuoja-aineet testausseleoste nro 1

Kommentti [T2]:
Muuta juokseva numerointi

Tuotteiden vastaanottopäivä

15.2.2010

Kommentti [T3]:
Muuta päivämäärä

Testit ja suorituspäivämäärät:

Vedensuihkutuskoe SFS 4087

15.2.2010

Kommentti [T4]:
Muuta päivämäärä

Suolasumukoe ISO 9227

15.2.2010

Kommentti [T5]:
Muuta päivämäärä

Lämmönkestävyys SFS 4087

15.2.2010

Kommentti [T6]:
Muuta päivämäärä

Kylmänkestävyys SFS 4087

15.2.2010

Kommentti [T7]:
Muuta päivämäärä

Viskositeetti SFS 4087

15.2.2010

Kommentti [T8]:
Muuta päivämäärä

IR-analyysi

15.2.2010

Kommentti [T9]:
Muuta päivämäärä

Vantaa 15.2.2010

Pekka Saranpää
Laboratorioinsinööri

Kai Laitinen
Koulutusvastaava

Kommentti [T10]:
Muuta päivämäärä

Tuotteen tiedot

Tuotteen nimi:
 Tyyppi:
 Säilymisaika:
 Pinnoitteen levityskerrat:
 Lisätietoja:

Korroosionestoaine 1

Tyyppi 1

15.2.2010

1

Kommentti [T11]:

Muuta nimi

Kommentti [T12]:

Muuta tyyppi

Kommentti [T13]:

Muuta päivämäärä

Kommentti [T14]:

Muuta määrä

Tehtävän kuvaus

Tehtävänä on tutkia täyttääkö henkilö- ja pakettiautojen alustansuoja-aine standardin SFS 4087 asettamat vaatimukset valittujen kokeiden osalta. Lisäksi tuotteesta mitataan koostumuksesta kertova IR-spektri.

Koelevyt valmistellaan standardin SFS 4087 liitteen A mukaisesti. Levyjen taustat ja sivut suojataan ilmastointiteipillä.

Jokaisesta koelevystä mitataan testattavan tuotteen muodostaman kalvon keskimääräinen massa $[(m_2 - m_1)/\text{pinta-ala}]$ sekä massahäviö $[(m_3 - m_2)/\text{pinta-ala}]$ testin jälkeen. Pinnoitteen paksuus mitataan sähkömagneettisella kalvonpaksuusmittarilla.

m_1 Levyn massa
 m_2 Suojatun levyn massa ennen testiä
 m_3 Suojatun levyn massa testin jälkeen

Testit

Vedensuihkutuskoe SFS 4087

Koekappaleiden (2 kappaletta) annetaan kuivua 24 tuntia korroosionestoaineen ruiskutuksen jälkeen. Koekappaleita suihkutetaan standardin SFS 4087 mukaisella koelaitteella 0,3 MPa paineella 30 minuutin ajan. Kokeen jälkeen koekappaleista tarkastetaan suoja-aineen siirtyminen ja kuluminen.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:

1234 g

Kommentti [T15]:
Pelkän levyn massa

Suojatun levyn massa 2:

1234 g

Kommentti [T16]:
Päällystetyn levyn massa

Levyn pinta-ala:

1234 m²

Kommentti [T17]:
Muuta pinta-ala

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:

1234 g/m²

Kommentti [T18]:
(m₂-m₁)/pinta-ala

Pinnoitteen paksuus:

1234 μm

Kommentti [T19]:
Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Levyn massa 3:

1234 g

Kommentti [T20]:
Muuta massa

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:

1234 g/m²

Kommentti [T21]:
(m₃-m₁)/pinta-ala

Kalvon pinta-alamassan muutos:

1234 g/m²

Kommentti [T22]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)

Kommentti [T23]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Suolasumukoe SFS-EN ISO 9227

Neutraali suolasumukoe 500 h neljälle koekappaleelle, joista 2 on naarmutettu ristikuviolla (X). Vaatimuksena ruostumisaste R_i 0 (SFS-EN ISO 4628-3:2004). Koekappaleiden annetaan kuivua testin jälkeen noin tunnin verran, minkä jälkeen kappaleet huuhdellaan juoksevassa vedessä (lämpötila max 40 °C) ja kuivataan ilmapuhaltimella ennen lopullista tarkastelua.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:	1234 g	Kommentti [T24]: Pelkän levyn massa
Suojatun levyn massa 2:	1234 g	Kommentti [T25]: Päällystetyn levyn massa
Levyn pinta-ala:	1234 m ²	Kommentti [T26]: Muuta pinta-ala
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:	1234 g/m ²	Kommentti [T27]: (m ² -m ¹)/pinta-ala
Pinnoitteen paksuus:	1234 μm	Kommentti [T28]: Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:	Ri 0	Kommentti [T29]: Muuta ruostumisaste
Levyn massa 3:	1234 g	Kommentti [T30]: Muuta massa
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:	1234 g/m ²	Kommentti [T31]: (m ³ -m ¹)/pinta-ala
Kalvon pinta-alamassan muutos:	1234 g/m ²	Kommentti [T32]: keskim.massa 2-keskim.massa1
Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)		Kommentti [T33]: Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Lämmönkestävyys SFS 4087

Kaksi koelevyä asetetaan lämpökaappiin pystysuoraan telineeseen. Lämpötila $+60 \pm 2$ °C ja pitoaika 120 ± 5 min. Levyistä tarkastetaan valumat ja muut muutokset.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:

1234 g

Suojatun levyn massa 2:

1234 g

Levyn pinta-ala:

1234 m²

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 1:

1234 g/m²

Pinnoitteen paksuus:

1234 µm

Kommentti [T34]:
Pelkän levyn massa

Kommentti [T35]:
Päällystetyn levyn massa

Kommentti [T36]:
Muuta pinta-ala

Kommentti [T37]:
(m₂-m₁)/pinta-ala

Kommentti [T38]:
Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:

Ri 0

Levyn massa 3:

1234 g

Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:

1234 g/m²

Kalvon pinta-alamassan muutos:

1234 g/m²

Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)

Kommentti [T39]:
Muuta ruostumisaste

Kommentti [T40]:
Muuta massa

Kommentti [T41]:
(m₃-m₁)/pinta-ala

Kommentti [T42]:
keskim.massa 2-keskim.massa 1

Kommentti [T43]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Kylmänkestävyys SFS 4087

Kaksi koelevyä asetetaan 24 tunniksi pakastimeen, jonka lämpötila on -25 °C. Levyjä taivutetaan tuurnan ympäri 90° noin 5 s:ssä. Levyt tutkitaan kalvon halkeamisen tai irtoamisen havaitsemiseksi.

Mittaustulokset ennen koetta

Levyn massa 1:	1234 g	Kommentti [T44]: Pelkän levyn massa
Suojatun levyn massa 2:	1234 g	Kommentti [T45]: Päällystetyn levyn massa
Levyn pinta-ala:	1234 m ²	Kommentti [T46]: Muuta pinta-ala
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa:	1234 g/m ²	Kommentti [T47]: (m ² -ml)/pinta-ala
Pinnoitteen paksuus:	1234 μm	Kommentti [T48]: Muuta paksuus

Mittaustulokset kokeen jälkeen

Ruostumisaste:	Ri 0	Kommentti [T49]: Muuta ruostumisaste
Levyn massa 3:	1234 g	Kommentti [T50]: Muuta massa
Kalvon keskimääräinen pinta-alamassa 2:	1234 g/m ²	Kommentti [T51]: (m ³ -ml)/pinta-ala
Kalvon pinta-alamassan muutos:	1234 g/m ²	Kommentti [T52]: keskim.massa 2-keskim.massa1
Kirjallinen tulos ja kuvat (ennen koetta ja sen jälkeen)		Kommentti [T53]: Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Viskositeetti

Korroosionestoaineen viskositeetti mitataan 4 mm DIN-kupilla.

Mitattu viskositeetti:

1234 s

Kommentti [T54]:
Muuta viskositeetti

IR-analyysi



Degree Programme in Materials Technology And Surface Engineering

Leiritie 1
01600 Vantaa

Corrosion Ltd

Address

1234 London

Kommentti [T1]:
Muuta yrityksen nimi ja osoite

Anti-corrosion agent for chassis
Test report no. 1

Kommentti [T2]:
Muuta juokseva numerointi

Product was received

15.2.2010

Kommentti [T3]:
Muuta päivämäärä

Tests and dates:

Water spray test SFS 4087

Salt spray tests ISO 9227

Heat resistance SFS 4087

Cold resistance SFS 4087

Viscosity SFS 4087

IR analysis

15.2.2010

Kommentti [T4]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T5]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T6]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T7]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T8]:
Muuta päivämäärä

15.2.2010

Kommentti [T9]:
Muuta päivämäärä

Vantaa 15.2.2010

Pekka Saranpää
Laboratory Engineer

Kai Laitinen
Head of Degree Programme

Kommentti [T10]:
Muuta päivämäärä

Product details

Name:
Type:
Use-by date:
Number of coating layers:
Additional information:

Anti-corrosion agent 1

Type 1

15.2.2010

1

Kommentti [T11]:

Muuta nimi

Kommentti [T12]:

Muuta tyyppi

Kommentti [T13]:

Muuta päivämäärä

Kommentti [T14]:

Muuta määrä

Introduction

The task was to study by means of selected test if the anti-corrosion agent for chassis meets the requirements of the standard SFS 4087. An IR spectrum was also measured from the product.

The test plates were prepared according to the appendix A of standard SFS 4087. The sides and the backside of the plates were protected by duct tape.

The average mass by area of the coating $[(m_2 - m_1)/\text{area}]$ was measured from each plate before and after the tests. The thickness of the coating was measured with an electromagnetic film thickness meter.

m_1 Mass of steel plate
 m_2 Mass of laminated steel plate before the test
 m_3 Mass of laminated steel plate after the test

Tests

Water spray test SFS 4087

After being sprayed with the anti-corrosion product, the 2 steel plates were let to dry for 24 hours. The plates were sprayed at a pressure of 30 Mpa for 30 minutes using a test apparatus that complies with the standard SFS 4087. After the test the plates were inspected for wear and rupture and change of the material.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T15]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T16]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T17]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T18]:
(m₂-m₁)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 μm

Kommentti [T19]:
Muuta paksuus

Measurement result after the test

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T20]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T21]:
(m₃-m₁)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T22]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T23]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Salt spray test SFS-EN ISO 9227

Neutral salt was sprayed on 4 plates for 500 hours; 2 plates were scratched crosswise (X pattern). The demand for the degree of rusting is R_i 0 (SFS-EN ISO 4628-3:2004). The plates were let to dry for about an hour after the test. The plates were rinsed under running water (Temperature max 40 °C) and blow dried before final inspection.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T24]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T25]:
Päälystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T26]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T27]:
(m²-m¹)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 μm

Kommentti [T28]:
Muuta paksuus

Measurement result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T29]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T30]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T31]:
(m³-m¹)/pinta-ala

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T32]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Kommentti [T33]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Heat resistance SFS 4087

Two plates were placed on a vertical stand in an oven. The temperature was $+60 \pm 2$ °C and the duration of the test was 120 ± 5 min. After the test the plates were inspected for runs and other changes in the coating.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T34]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T35]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T36]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T37]:
(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T38]:
Muuta paksuus

Measuring result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T39]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T40]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T41]:
(m3-m1)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T42]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T43]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Cold resistance SFS 4087

Two plates placed in the freezer with a temperature of -25 °C for 24 hours. The plates were bent 90° around an arbor for about 5 s. The plates were inspected for cracks and peeling of the coating.

Measurement result before the test

Mass of steel plate 1:

1234 g

Kommentti [T44]:
Pelkän levyn massa

Mass of laminated steel plate 2:

1234 g

Kommentti [T45]:
Päällystetyn levyn massa

Coated area:

1234 m²

Kommentti [T46]:
Muuta pinta-ala

Average mass by area of the coating 1:

1234 g/m²

Kommentti [T47]:
(m2-m1)/pinta-ala

Thickness of the coating:

1234 µm

Kommentti [T48]:
Muuta paksuus

Measuring result after the test

Degree of rusting:

Ri 0

Kommentti [T49]:
Muuta ruostumisaste

Mass of laminated steel plate 3:

1234 g

Kommentti [T50]:
Muuta massa

Average mass by area of the coating 2:

1234 g/m²

Kommentti [T51]:
(m3-m1)/pinta-ala

Change in the average mass by area of the coating:

1234 g/m²

Kommentti [T52]:
keskim.massa 2-keskim.massa1

Written result and pictures (before and after the test)

Kommentti [T53]:
Lisää sanallinen tulos ja kuvat

Viscosity

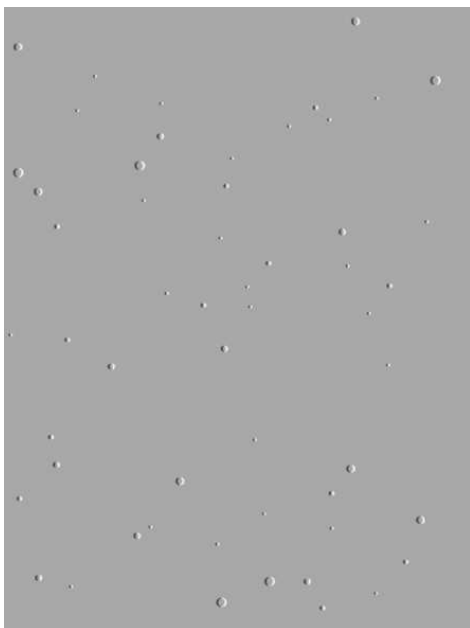
The viscosity of the anti-corrosion agent was measured with a 4 mm DIN cup.

Measured viscosity:

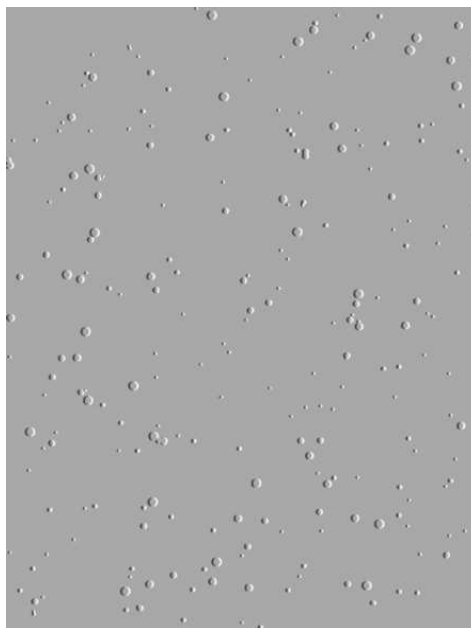
1234 s

Kommentti [T54]:
Muuta viskositeetti

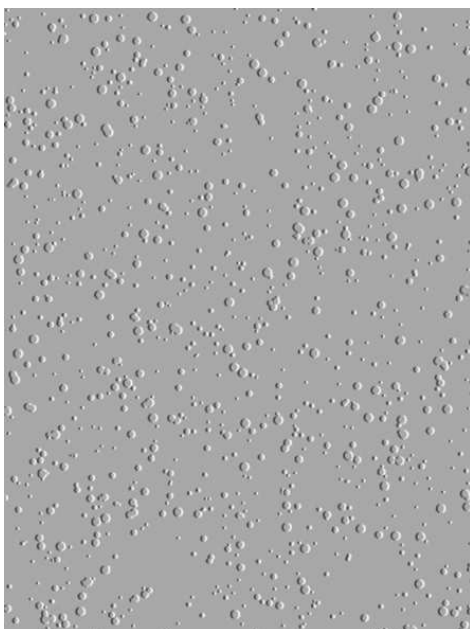
IR analysis



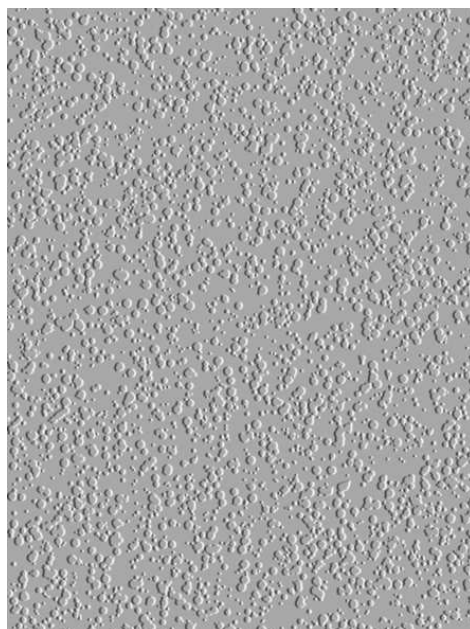
Määrä (tiheys) 2



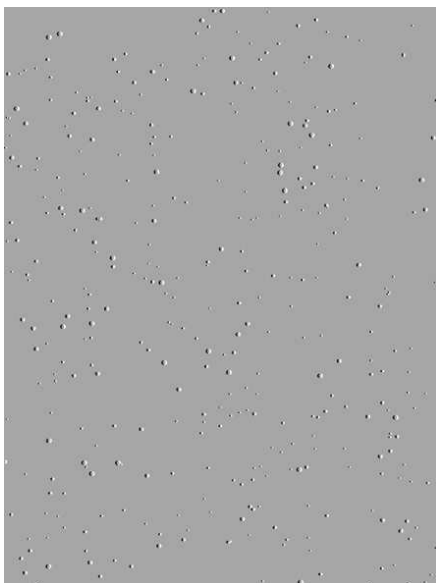
Määrä (tiheys) 3



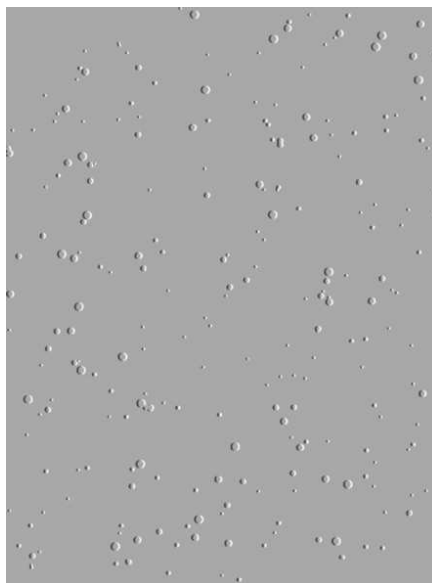
Määrä (tiheys) 4



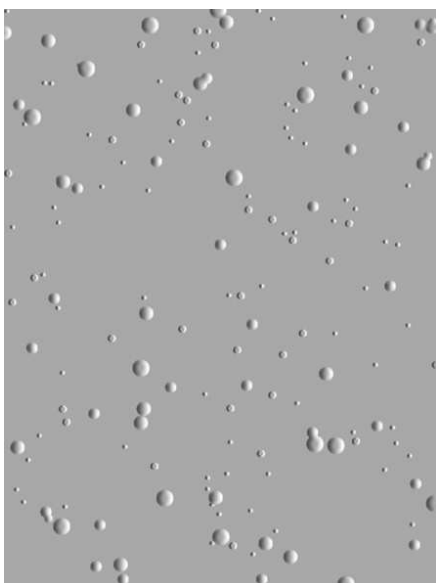
Määrä (tiheys) 5



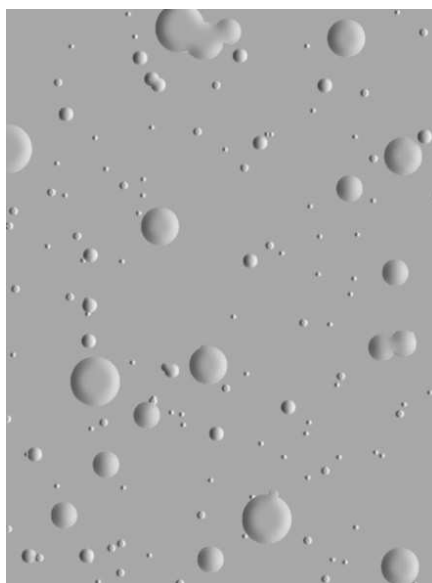
Koko 2



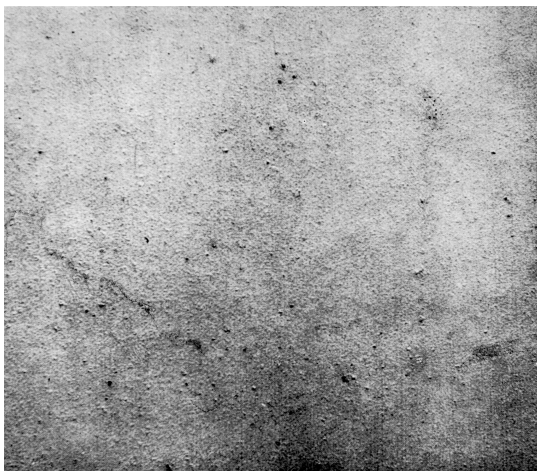
Koko 3



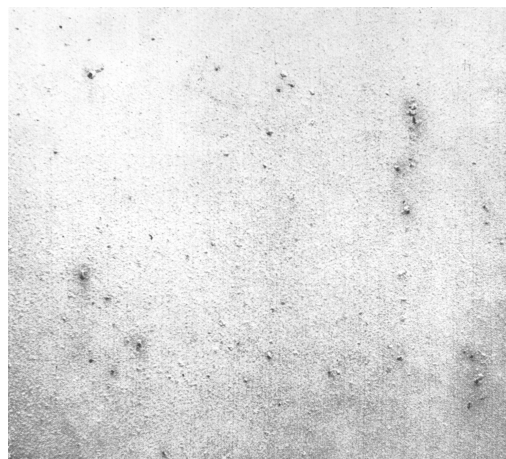
Koko 4



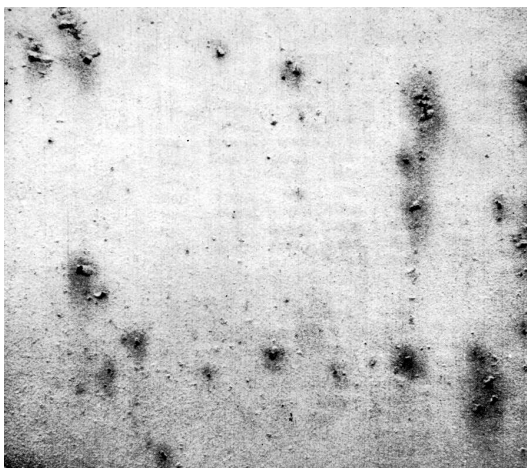
Koko 5



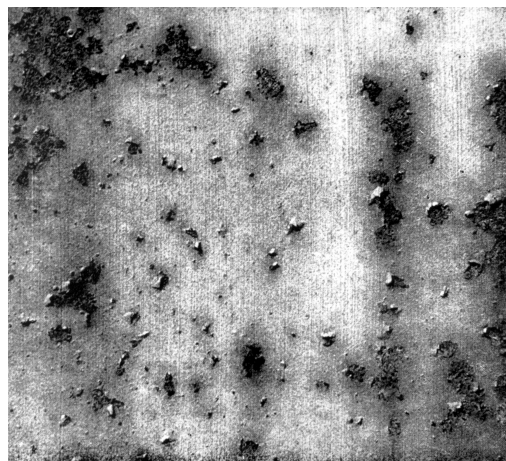
Ruostumisaste Ri 1



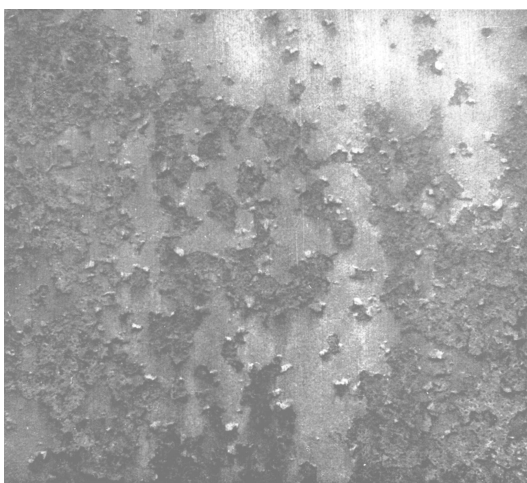
Ruostumisaste Ri 2



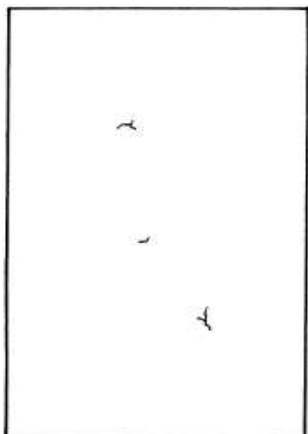
Ruostumisaste Ri 3



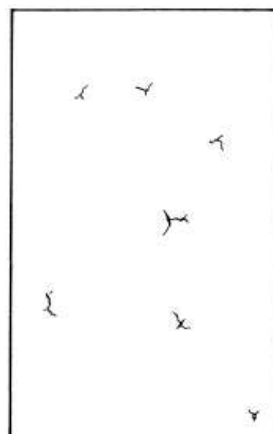
Ruostumisaste Ri 4



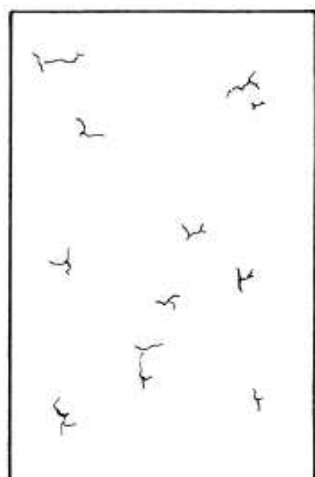
Ruostumisaste Ri 5



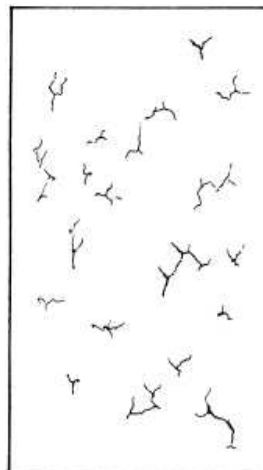
Halkeilemisaste (määrä) 1



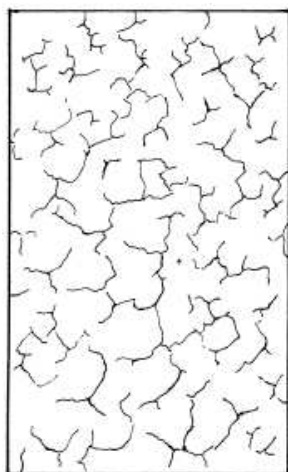
Halkeilemisaste (määrä) 2



Halkeilemisaste (määrä) 3



Halkeilemisaste (määrä) 4



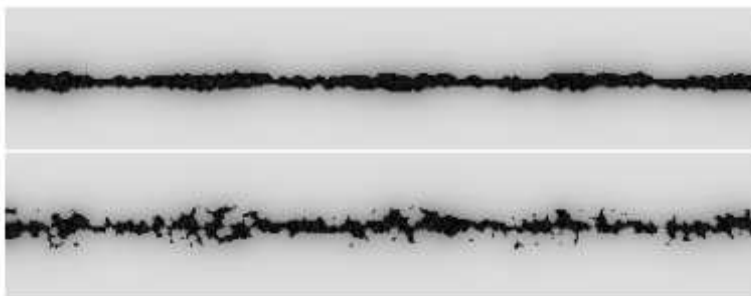
Halkeilemisaste (määrä) 5

**Liite 10: Vertailukuvat viiltoa ympäröivälle irtoamiselle
ja korroosiolle**

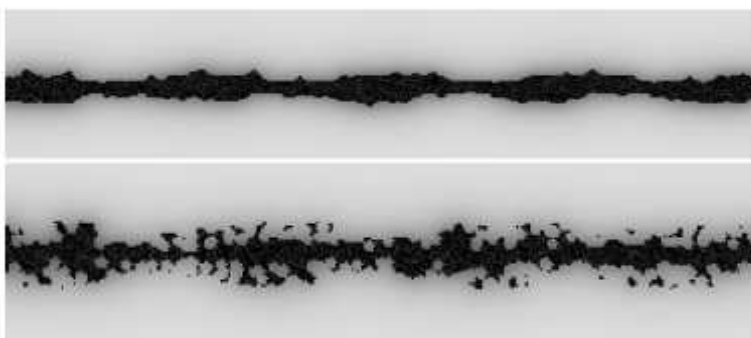
82(101)



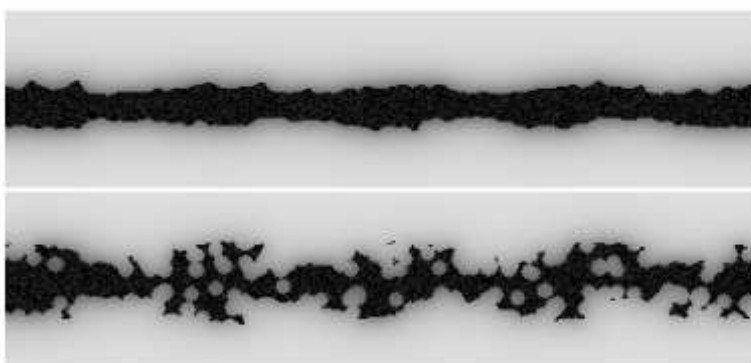
Aste 1 – Hyvin vähäinen



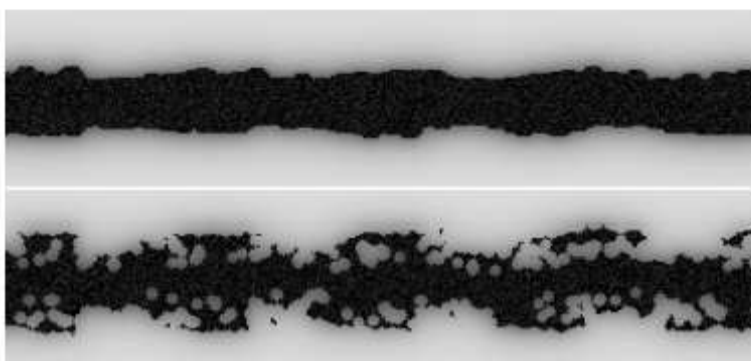
Aste 2 – Vähäinen



Aste 3 – Kohtalainen



Aste 4 – Huomattava



Aste 5 – Vakavalaatuinen

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio

Vaa'an kalibrointi

Laite:	Analyysivaaka, Precisa 200A max 200 g / 0,0001 g
Sijoituspaikka:	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B125
Punnus:	Sartorius 50 g Kalibroinut Raute Precision 7.4.1999

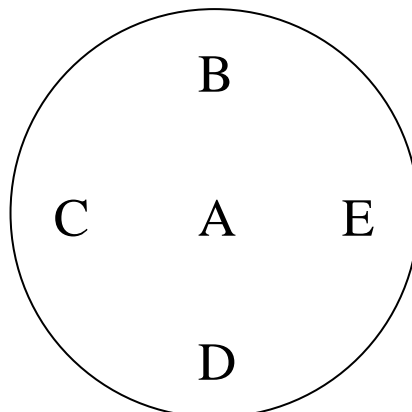
Huom!

- Ennen mittausta vaa'an tulee olla vähintään 30 min päällä tai valmiustilassa.
- Kalibroinnissa käytettävää punnusta ei saa koskea paljain käsin ja se on aina säilytettävä omassa rasiassaan.

1. Tarkista, että vaaka on suorassa
2. Tarkista, että näyttämä on nollassa, taaraa tarvittaessa
3. Aseta punnus vaa'alle ja kirjaa tulos muistiin
4. Ota punnus vaa'alta ja tarkista, että näyttämä palaa nolnaan
5. Toista kohdat 2-4
6. Laske mittaustuloksista keskiarvo

Kohdat 1-6 tehdään ensin vaa'an keskikohdalle ja sitten reunoille.

Vaa'an punnituskohdat:



Kalibrointipvm: 13.4.2010

Tekijä: Sini Hakkarainen

Mittaustulokset 50 g punnuksella				Keskiarvo	Keskihajonta
1	50,0206	50,0200	50,0194	50,0200	0,0006
2	50,0190	50,0196	50,0191	50,0192	0,0003
3	50,0202	50,0199	50,0197	50,0199	0,0003
4	50,0208	50,0201	50,0201	50,0203	0,0004
5	50,0202	50,0198	50,0193	50,0198	0,0005

Keskiarvo kaikista mittaustuloksista 50,0199

Keskihajonta kaikista mittaustuloksista 0,0005

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio
pH- ja johtokykymittarin kalibrointi- ja käyttöohje

Laite: SevenGo Duo pro pH- ja johtokykymittari

Sijoituspaikka: Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B124

1. Valitse oikea elektrodi riippuen siitä mitataanko pH:ta vai johtokykyä.
2. Painamalla Mode-nappi pohjaan muutaman sekunnin saat vaihdettua näytölle joko pelkän pH-mittauksen tai pelkän johtokykymittauksen.
3. Kalibrointi: Laita mittari ensimmäiseen puskuriliuokseen ja paina Cal. Odota, kunnes näytöllä välkkyvä A pysähtyy.



Huuhtelee elektrodi ja toista sama kahdelle muulle puskurille. Johtokykymittausta varten riittää yksi standardi.

4. Paina End ja sitten Save.
5. Kun laite on kalibroitu, aseta elektrodi näytteeseen ja paina Read. Odota, kunnes näytöllä välkkyvä A pysähtyy.

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio**Lämpömittarin kalibrointi**

Laite:	Elektroninen lämpötilamittari
Sijoituspaikka:	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B126

Kalibroinnit tehdään huoneenlämpötilassa. Mittarit asetetaan vierekkäin ja tarkistetaan elektronisen mittarin tarkkuus mittaamalla lämpötila 3 kertaa. Mittauslukemat kirjataan kalibrointiselosteeseen ja niistä lasketaan keskiarvo, jonka voidaan katsoa olevan elektronisen mittarin mittaustulos.

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio

Pinnankarheusmittarin kalibrointi- ja käyttöohje

Laite: Surtronic 10 -pinnankarheusmittari

Sijoituspaikka: Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B125

1. Siirrä laitteen pohjassa oleva suojus neulan päältä laitteen toiseen reunaan.
2. Aseta mittalaite mitattavalle pinnalle ja varmista, että mittalaitteen neula koskettaa mitattavaa pintaa. Paina laitteen päällä olevaa nappia ja ota tulos muistiin.
3. Mittaa laitteen suojakotelon sisällä olevan laatan pinnankarheus.
4. Jos laite näyttää virheellistä tulosta, kalibrointi suoritetaan avaamalla mittarin liukuva etukansi ja säätämällä ylemmästä potentiometrin ruuvista välillä tarkastaen tulos kalibrointilaatasta.

Huom! Alempaan potentiometriin ei saa missään nimessä koskea!

Varoitusmerkit

E	Mittakärki kulkee maksimialueen ulkopuolella
↑	Mittaustulos on yli asetetun rajan
BAT	Paristo on vaihdettava

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio

Pinnanpaksuussmittarin kalibrointi- ja käyttöohje

Laite: Elcometer 355 -pinnanpaksuusmittari

Sijoituspaikka: Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B125

1. Paina **Elcometer**-näppäintä ja pidä sitä alas painettuna, kunnes punainen LED-valo syttyy.
2. Valitse käytettäväksi yksiköksi μm painamalla **Units**-näppäintä.

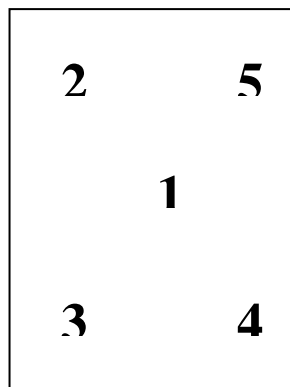
Kalibrointi

3. Paina **Base**-näppäintä ja tee paljaalta kalibrointialustalta 3-5 mittausta, kunnes lukema ei enää muutu
4. Paina **0** ja **Enter**
5. Paina **Cal** ja aseta kalibrointialustan päälle kalibrointikalvo, jonka paksuus on lähellä mitattavan pinnoitteen paksuutta, ja tee 3-5 mittausta kalvon päältä.
6. Nosta anturi ylös, näppäile kalvon todellinen paksuus ja paina **Enter**.

Pinnoitteen mittaaminen

7. Aseta anturi pinnoitteelle ja mittaa kalvon paksuus. Kirjaa mittaustulos muistiin.

Mittaukset tehdään ensin levyn keskelle ja sitten reunoille. Mittauskohdat:



Orgaanisen kemian laboratorio**FTIR-laitteen käyttöohje**

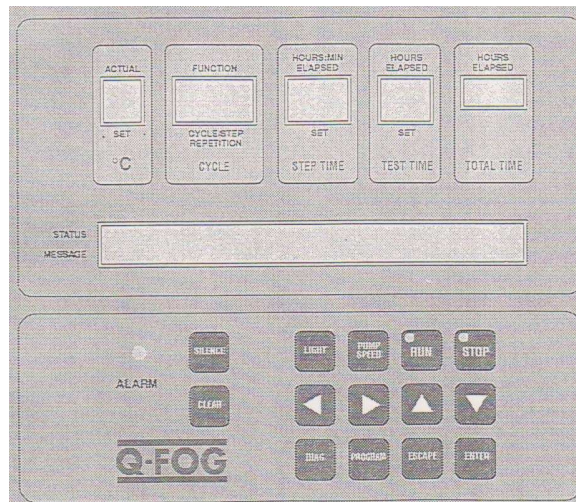
Laite: Nicolet 380 FTIR -laite

Sijoituspaikka: Orgaanisen kemian laboratorio

1. Kytke virta tietokoneeseen ja tulostimeen
2. Valitse Ominc-ikoni
3. Valitse *Experiment*: asetusarvot riippuen mittaatko nestemäistä vai kiinteää näytettä
4. Aseta näytteenpidike paikoilleen FTIR:ään ja aja tausta tyhjänä painamalla valikosta *Collect / Collect background*. Vahvista vielä **OK**
5. Mittauksen päätyttyä näyttöön tulee kysymys: Lisätäänkö ikkunaan yksi (Add to window 1)? Vastaa tähän **NO**

Aloita tästä, jos tausta on jo muistissa!

6. Laita näyte paikoilleen ja valitse *Collect / Collect Sample*
7. Näyttöön tulee teksti Collect Sample, kirjoita näytteelle nimi
8. Seuraavaksi tulee Confirmation box, vastaa **OK**, jolloin laite aloittaa mittauksen
9. Mittauksen päätyttyä näyttöön tulee kysymys: Lisätäänkö uuteen ikkunaan (Add to a new window)? Vastaa **YES**
10. Valitse *analyze / search*, jolloin kone hakee 10 lähintä spektriä
11. Kopioi paras (suurin match) kirjallisuusspektri klikkaamalla sitä kursorilla, jolloin spektri muuttuu punaiseksi. Valitse *edit / copy* ja siirry window 1:een ja lisää spektri *edit / paste*
12. Klikkaa *Find peaks* ja valitse replace
13. Tulosta saamasi interferogrammi sekä *search results* –sivu.



Lämpötila (Temperature) °C: Alin rivi näyttää käyttäjän ohjelmoiman lämpötilan (20...70 °C) ja ylempi todellisen (0...99 °C).

Sykli (Cycle): Yläriivi osoittaa kammion senhetkistä toimintoa ja toiselta riviltä nähdään, missä vaiheessa ohjelmoitua sykliä laite on.

Vaiheen kesto (Step time): Aika, joka vielä kuluu sen hetkisen syklin toteutukseen, näkyy alariviltä, ja yläriviltä näkyy aika, joka on jo kulutettu sykliin.

Testin kesto (Test time): Alarivi ilmoittaa testin kokonaisajan, alarivi jo kuluneiden tuntien määrän.

Kokonaiskesto (Total time): Kokonaistuntimäärä, jonka laite on ollut toiminnassa.

Status-näyttö (Status display): Näyttö ilmoittaa käynnissä olevan syklin sekä aakkoskoodilla että nimellä. Käytetään myös ohjelmointiin.

Hälytysnäyttö (Alarm): Punainen valo vilkkuu testin lopussa ja virhe- tai hälytystilanteessa.

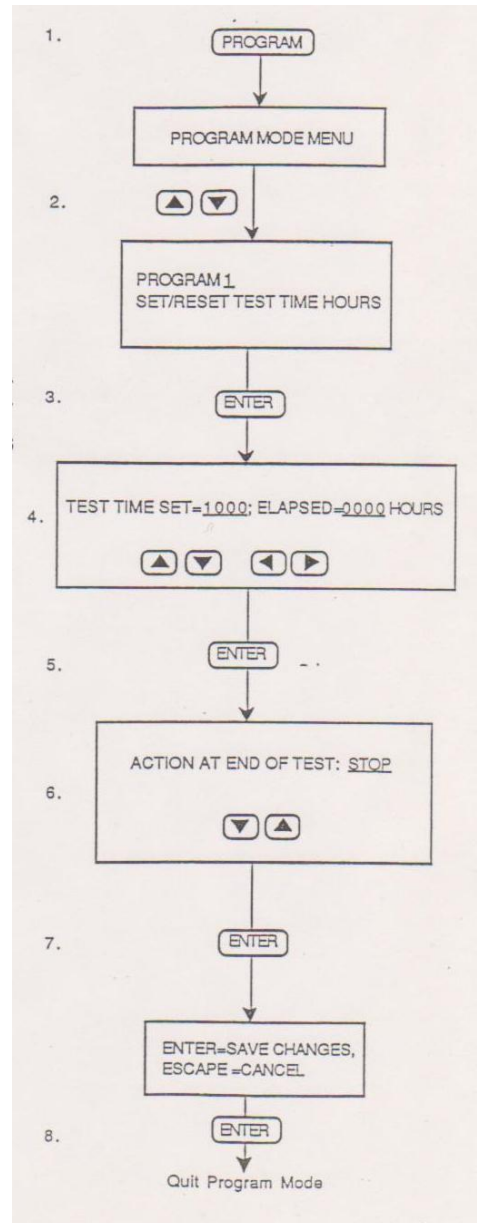
Summeri (Beeper): Summeri soi pitkään virhe- tai hälytystilanteessa. Sormiosummeri soi lyhyesti, kun käytetään sormiota.

ESC-näppäimellä pystyt peruuttamaan valintasi ja siirtymään ohjelman edelliseen vaiheeseen.

1. Paina Program-näppäintä päästäksesi ohjelmatilaan
2. Paina Up/Down-nuolinäppäimiä kunnes kohdalle tulee PROGRAM 1
3. Paina Enter-näppäintä siirtyäksesi PROGRAM 1:n seuraavalle tasolle
4. Paina Up/Down- ja Left/Right-nuolinäppäimiä muuttaaksesi testiajan (Test Time Set) 500 tunniksi.

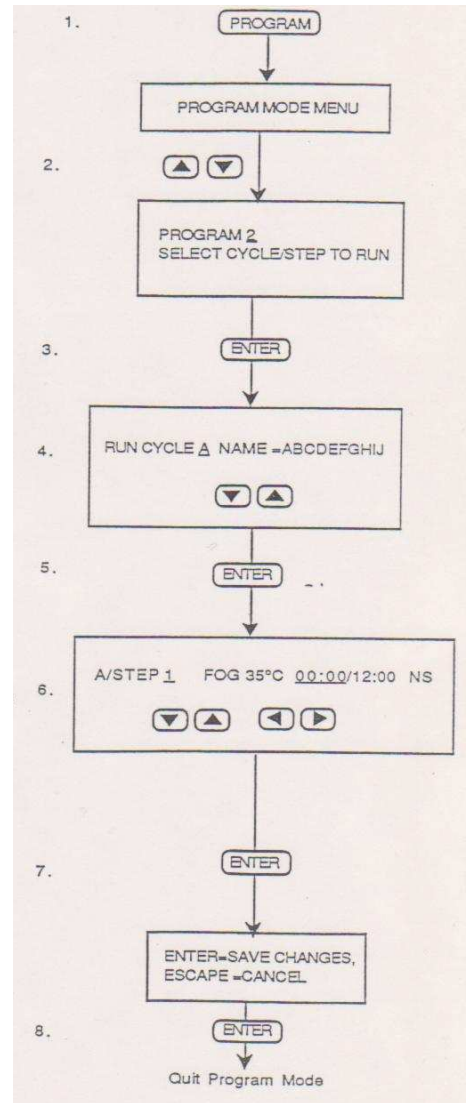
Mikäli haluat nollata ELAPSED HOURS aloittaaksesi uuden testin, käytä Left/Right-nuolinäppäimiä siirtyäksesi ELAPSED HOURS kohdalle ja muuta arvo Up/Down-nuolinäppäimillä.

5. Vahvista valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavalle tasolle.
6. Valitse Up/Down-näppäimillä säätimen toiminto testin lopussa
STOP = pysäytys
ALARM = hälytys
STOP+ALARM = pysäytys + hälytys
MESSAGE ONLY = vain ilmoitus
NONE
7. Vahvista valinta Enter-näppäimellä ja siirry seuraavalle tasolle.
8. Tässä vaiheessa voit vielä muuttaa asetuksia; Enter-näppäimellä hyväksyt valintasi ja siirryt seuraavaan vaiheeseen, ESC-näppäimellä perut valintasi ja siirryt ohjelman edelliseen vaiheeseen.
9. Aloita testi painamalla Run-näppäintä



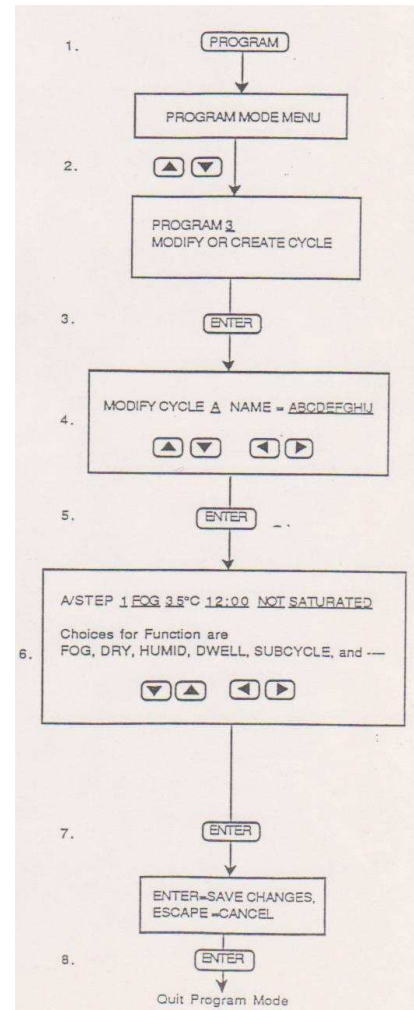
ESC-näppäimellä pystyt peruuttamaan valintasi ja siirtymään ohjelman edelliseen vaiheeseen.

1. Paina Program-näppäintä päästäksesi ohjelmatilaan.
2. Paina Up/Down-nuolinäppäintä kunnes PROGRAM 2 tulee kohdalle.
3. Paina Enter-näppäintä siirtyäksesi seuraavalle tasolle ohjelmassa 2.
4. Valitse Up/Down-nuolinäppäimillä muistiin tallennettu sykli.
5. Hyväksy valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavaan vaiheeseen.
6. Sykli on uusi ja aloitetaan altistuksen alusta, joten voit siirtyä seuraavaan vaiheeseen.
7. Hyväksy valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavaan vaiheeseen.
8. Tässä vaiheessa voit vielä muuttaa asetuksia; Enter-näppäimellä hyväksyt valintasi ja aloitat ohjelman, ESC-näppäimellä perut valintasi ja siirryt ohjelman edelliseen vaiheeseen.
9. Aloita testi painamalla Run-näppäintä.



ESC-näppäimellä pystyt peruuttamaan valintasi ja siirtymään ohjelman edelliseen vaiheeseen.

1. Paina Program-näppäintä päästäksesi ohjelmatilaan.
2. Paina Up/Down-nuolinäppäintä kunnes PROGRAM 3 tulee kohdalle.
3. Paina Enter-näppäintä siirtyäksesi seuraavalle tasolle ohjelmassa 3.
4. Valitse Up/Down-nuolinäppäimillä sykliä osoittava kirjain. Voit muuttaa tallennettua sykliä tai luoda uuden. Jos haluat muuttaa nimen, liiku Left/Right-nuolinäppäimillä kirjaimien kohdalle ja valitse uusi kirjain Up/Down-näppäimillä.
5. Hyväksy valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavaan vaiheeseen.
6. Valitse Up/Down-näppäimillä muutettavan syklin haluttu vaihe. Kun olet vaiheen kohdalla, liiku näytöllä Left/Right-näppäimillä kunnes parametri, jota haluat muuttaa, alkaa vilkkua.



Kun olet tehnyt haluamasi muutokset vaiheeseen 1, paina Left/Right-näppäimiä kunnes vaiheen numero vilkkuu, ja siirry sitten Up/Down-näppäimillä seuraavaan vaiheeseen.

Jaksottainen suolasumukoe:

Vaihe 1:

FOG, 35 °C, aika 96 hrs: 00 min, SATURATED

Vaihe 2:

DRY, 23 °C, aika 72 hrs: 00 min, NOT SATURATED

Vaihe 3:

FOG, 35 °C, aika 96 hrs: 00 min, SATURATED

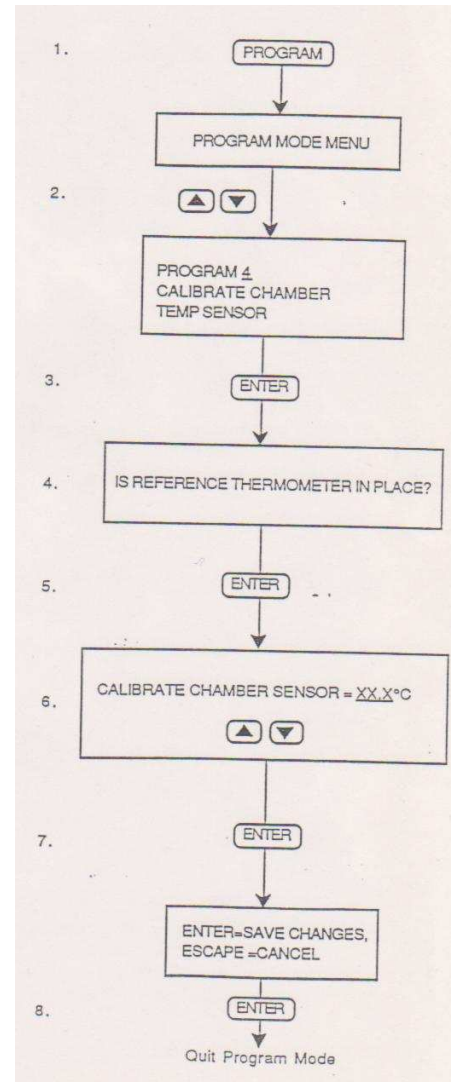
Vaihe 4:

DRY, 23 °C, aika 72 hrs: 00 min, NOT SATURATED

7. Hyväksy valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavaan vaiheeseen.
8. Tässä vaiheessa voit vielä muuttaa asetuksia; Enter-näppäimellä hyväksyt valintasi ja aloitat ohjelman, ESC-näppäimellä perut valintasi ja siirryt ohjelman edelliseen vaiheeseen.

ESC-näppäimellä pystyt peruuttamaan valintasi ja siirtymään ohjelman edelliseen vaiheeseen.

1. Paina Program-näppäintä päästäksesi ohjelmatilaan.
2. Paina Up/Down-nuolinäppäintä kunnes PROGRAM 4 tulee kohdalle.
3. Paina Enter-näppäintä siirtyäksesi seuraavalle tasolle ohjelmassa 4.
4. Kiinnitä kalibroidun vertailulämpömittarin anturi Q-FOG:n kammion lämpötila-anturiin.
5. Painamalla Enter-näppäintä siirryt seuraavaan vaiheeseen.
6. Sääda Q-FOG:n anturi lukema Up/Down-nuolinäppäimillä siten, että se näyttää samaa lukemaa kuin kalibroitu vertailulämpömittari. Jos Q-FOG:n anturin lukema poikkeaa enemmän kuin 3 °C kalibrointi-arvosta, vaihda anturi.
7. Hyväksy valintasi Enter-näppäimellä ja siirry seuraavaan vaiheeseen.
8. Tässä vaiheessa voit vielä muuttaa asetuksia; Enter-näppäimellä hyväksyt valintasi ja aloitat ohjelman, ESC-näppäimellä perut valintasi ja siirryt ohjelman edelliseen vaiheeseen.



Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio**Suolasumukaapin huolto- ja kalibrointi**

Laite: Suolasumukaappi Q-FOG, malli CCT
Sijoituspaikka: Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratorio, huone B124

PUOLIVUOSIHUOLTO

Laitteen osa/toiminto	Suositteltu huolto
Lämpötila-anturi	Tarkista anturin toiminta erillisellä kalibroidulla lämpömittarilla. Jos eroa on yli 3 °C, vaihda anturin pää.

PERUSHUOLTO (1000 tunnin välein)

Laitteen osa/toiminto	Suositteltu huolto
Painepumpun letkut	Tarkista vuodot ja kuluminen. Vaihda tarvittaessa
Kostutussäiliö	Tyhjennä ja anna täyttyä puhtaalla vedellä.
Kostutussäiliön ilmastimet	Tarkista ilmakuplien hienous. Vaihda tarvittaessa.
Nestesäilö	Ruuvaa auki ja puhdista suodatin (strainer screen).
Kammio (erityisesti lämmittimet)	Irrota suolakerrostumat.
Höyrystin	Tyhjennä ja anna täyttyä puhtaalla vedellä.
Deionisoitu vesi	Tarkista puhtaus (50 K Ω tai korkeampi) ja neutraali pH.
Puhaltimen tulosuodatin	Puhdista suodatin.
Paineilmasuodatin	Vaihda tarvittaessa.
Suolasumu	Mittaa suolasumun kertyminen kammion pohjalle. Keruualue 80 cm ² : keräysnopeus 1,5 ml/h \pm 0,5 ml/h, pH 6,5...7,2.

SUPRASEL® FINE SALT

PRODUCT DESCRIPTION

Fine Pure Dried Vacuum salt - Food grade quality

CHEMICAL COMPOSITION

Component	Unit	Content	Method of analyses
Sodium Chloride (NaCl)	% *	≥ 99.8	SMA 775.01
Moisture (H ₂ O)	%	≤ 0.15	SMA 280.15
Sulfate (SO ₄)	mg/kg	≤ 1100	SMA 792.02
Potassium (K)	mg/kg	≤ 70	SMA 792.02
Calcium (Ca)	mg/kg	≤ 15	SMA 792.02
Iron (free) (Fe)	mg/kg	≤ 0.3	SMA 104.28
Magnesium (Mg)	mg/kg	≤ 0.5	SMA 792.02
Copper (Cu)	mg/kg	≤ 0.1	SMA 792.02
Insolubles	mg/kg	≤ 50	SMA 116.05

* on dry basis

ADDITIVES

Anticaking agent (E535)

Calculated as K ₄ [Fe(CN) ₆]	mg/kg	< 9	SMA 251.01
---	-------	-----	------------

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

>0.125 mm (120 mesh)	%	> 95	SMA 721.04
>0.500 mm (35 mesh)	%	< 25	SMA 721.04
> 1.00 mm (18 mesh)	%	< 1	SMA 721.04

Differences in particle size distribution in separate samples may occur due to transport and storage

BULK DENSITY

kg/m ³	Approx	1250	SMA 243.1
-------------------	--------	------	-----------

DELIVERY UNITS

	25 kg PE bag	Bigbag	Silo Truck
Art. No.	3087	3413	103
Pallet	Euro		
Layers	7		
Bags/layer	6		
Gross weight	1,080 kg	1,030 kg	
Net weight	1,050 kg	1,000 kg	

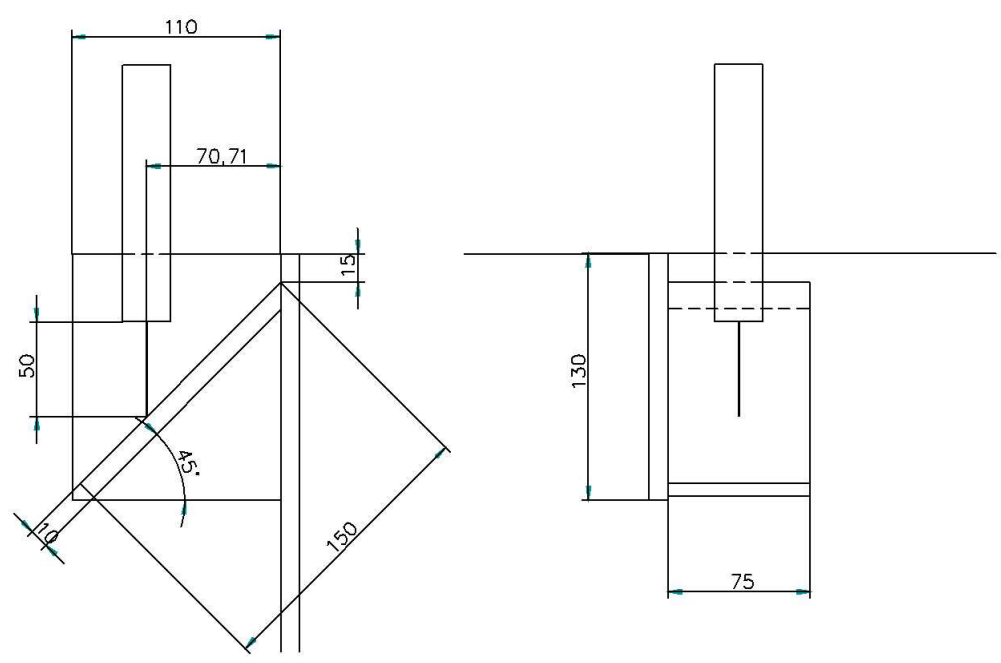
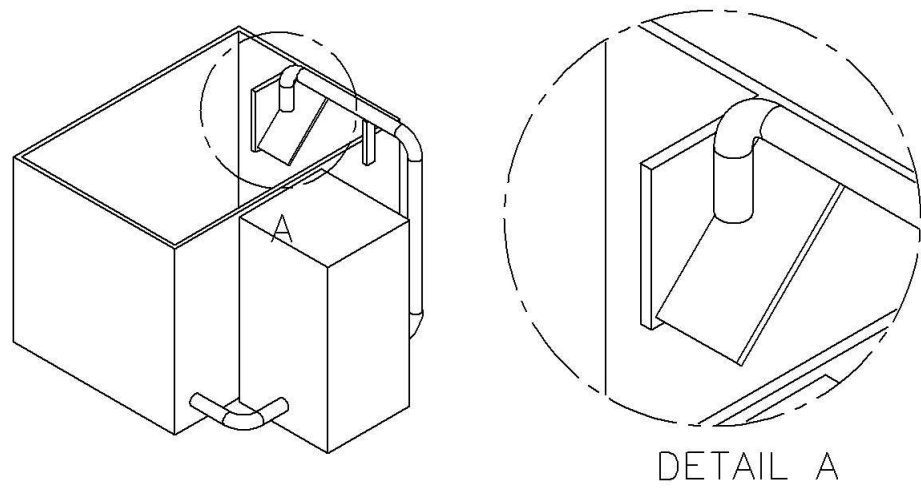
ORIGIN

Denmark

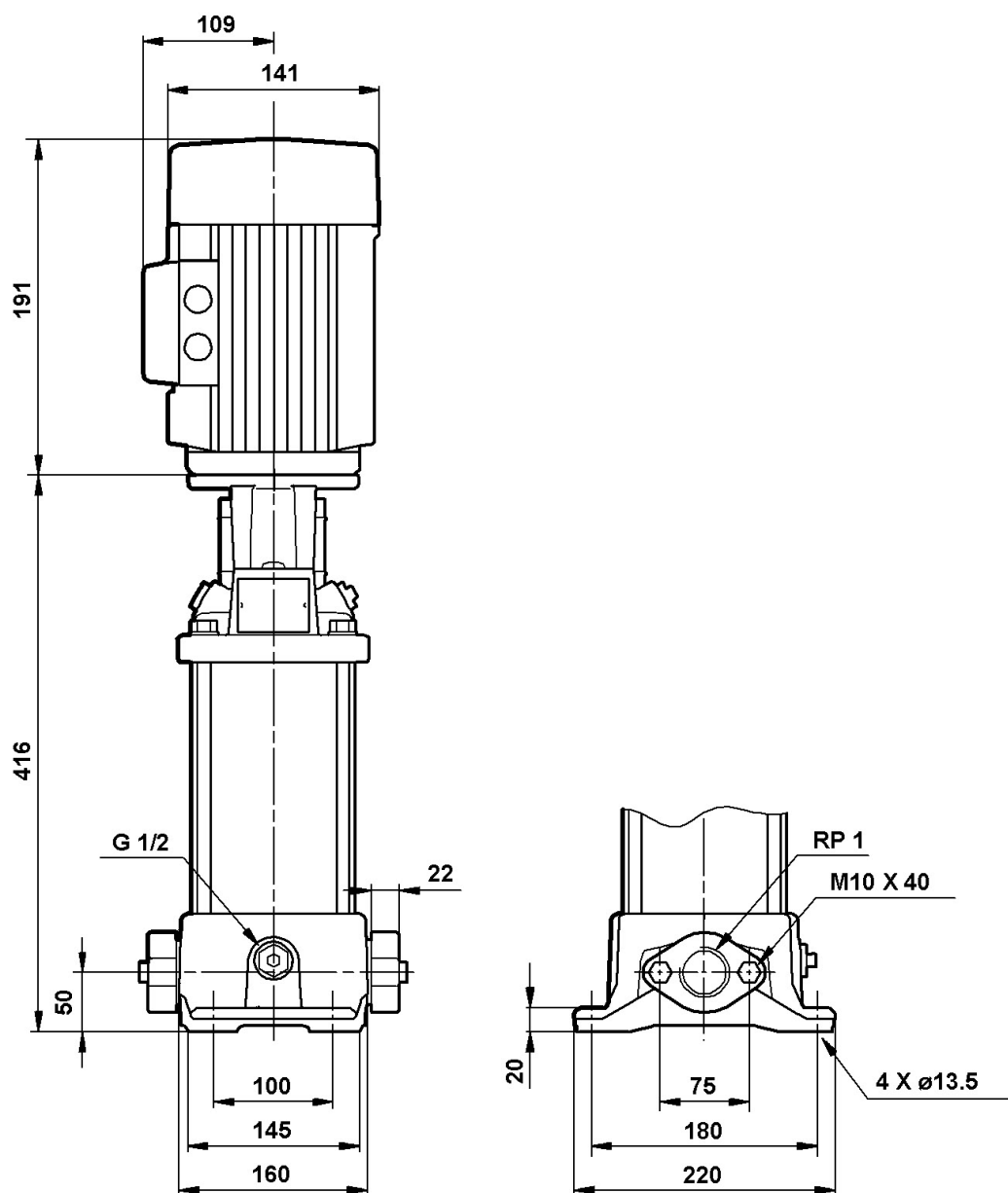
ICS 261F008

Version date: 01-07-2007

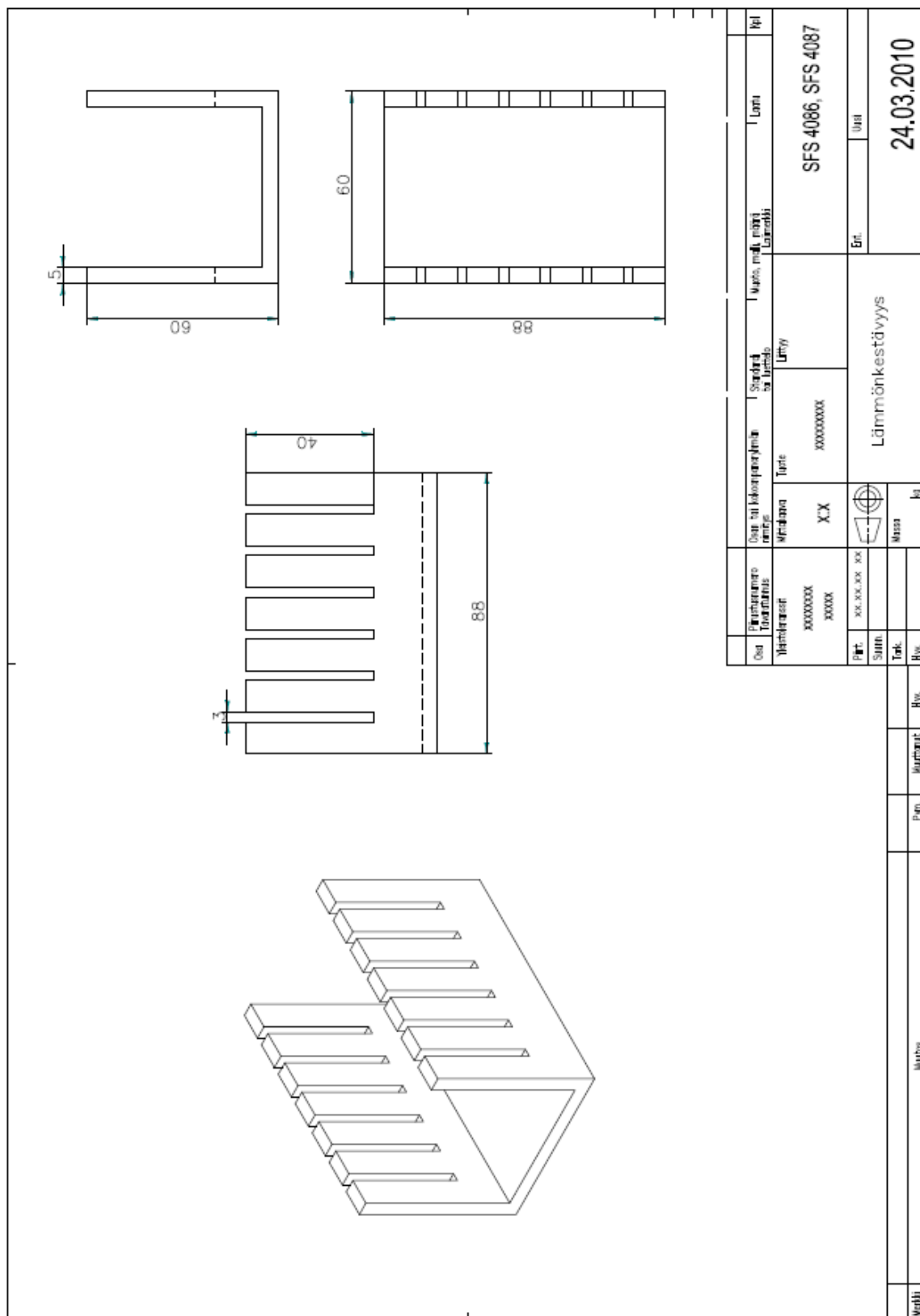
This specification is subject to alteration



96515562 CR 1S-12 50 Hz

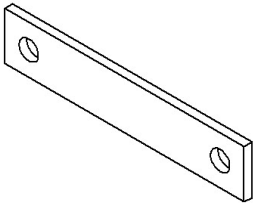
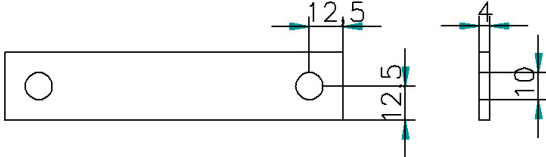
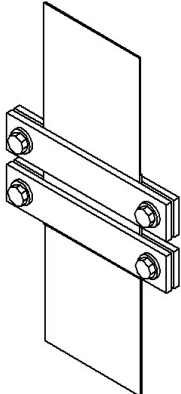
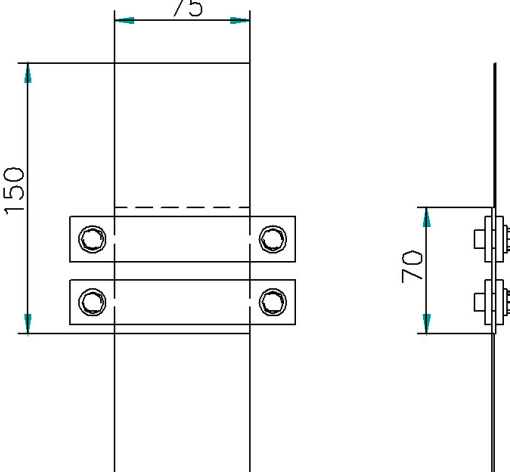
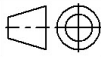


Huomaa! Kaikki yksiköt [mm] ellei toisin mainita.
Rajoitus: Tämä yksinkertaistettu mittakuva ei sisällä kaikkia yksityiskohtia.



**Liite 27: Tunkeutuvuus saumaan -kokeen
kappalepiirustukset**

101(101)

Merkki	Muutos		Pvm.	Muuttanut	Hyy.	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>1:2</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p>125</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>1:3</p>   </div>						
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Nuoto, malli, määrä Lajimerkki	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Litty SFS 4086		
Piirt.			Tunkeutuminen saumaan		Ent.	Uusi
Suunn.						
Tark.						
Hyy.		Massa kg	24.03.2010			